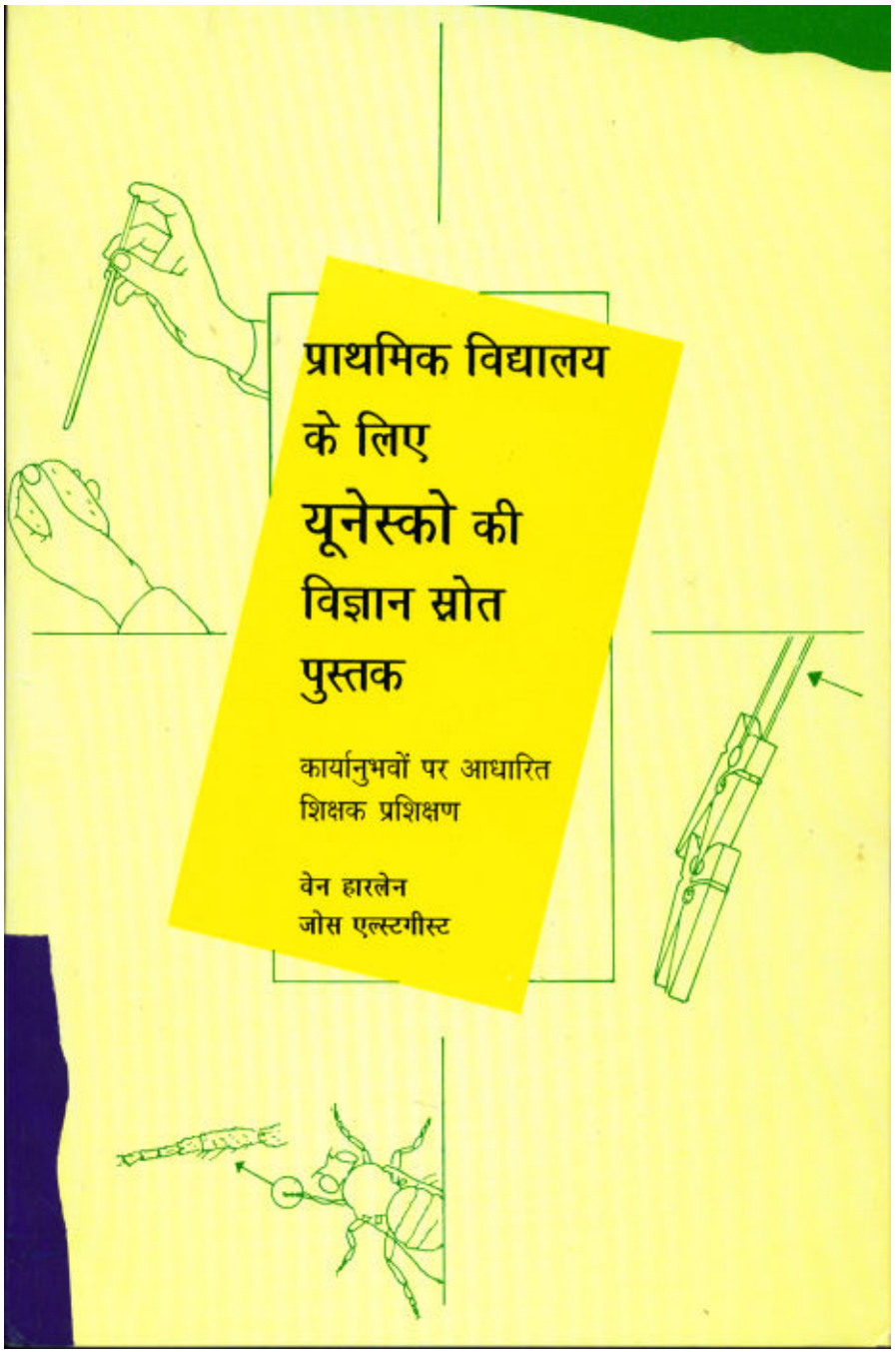


दुनिया के अनेक भागों में प्राथमिक स्तर की शिक्षा में विज्ञान शिक्षा को तुलनात्मक रूप से गौण स्थिति प्राप्त है और विज्ञान के लेबल के तहत कक्षाओं में वास्तव में जो कुछ भी होता है, दुर्भाग्यवश वह भी पूरी तरह से अपर्याप्त होता है। इस समस्या के समाधान की कुंजी शिक्षक प्रशिक्षण में है, चाहे यह सेवा पूर्व हो या सेवा के दौरान। इस भूमिका से आरंभ करते हुए कि इस प्रशिक्षण को उन सक्रिय पद्धतियों से नजदीक से संबद्ध तौर-तरीकों के आधार पर संचालित किया जाना चाहिए, जिसे लेकर शिक्षकों से अपेक्षा की जाती है कि वे विद्यालयों में इसका इस्तेमाल करेंगे, यह स्रोत पुस्तक ऐसी अलग-अलग तरह की सामग्री उपलब्ध कराती है जिसका इस्तेमाल प्राथमिक कक्षाओं के शिक्षकों के लिए उनकी प्रशिक्षण कार्यशाला में किया जा सकता है। यह भी कि इसका इस्तेमाल सामूहिक कार्य-कलापों के साथ-साथ स्वतंत्र अध्ययन के लिए व्यक्तिगत शिक्षकों द्वारा भी किया जा सकता है।

डॉ. वेन हारलेन, ओबीई, स्कॉटिस शिक्षा अनुसंधान परिषद् की निदेशक हैं। उन्हें विद्यालयों और शिक्षण कॉलेजों में विज्ञान अध्यापन का विशद् अनुभव है। लीवरपूल विश्वविद्यालय में प्रोफेसर रह चुकी डॉ. हारलेन की ब्रिस्टोल, रीडिंग और लंदन में अकादमिक नियुक्तियां भी की जा चुकी है। प्राथमिक विद्यालयों में विज्ञान शिक्षण के क्षेत्र में अपने कार्यों को लेकर डॉ. हारलेन को यूनाइटेड किंगडम के साथ-साथ अंतरराष्ट्रीय स्तर पर भी ख्याति प्राप्त हुई है। यह एक ऐसा क्षेत्र रहा है जिसमें उन्होंने अनेक महत्त्वपूर्ण परियोजनाओं का निर्देशन किया है, खास तौर से छात्र की उपलब्धियों के मूल्यांकन और शिक्षक प्रशिक्षण के संदर्भ में। इसमें प्राथमिक-विद्यालय स्तर के विज्ञान शिक्षण के क्षेत्र में कार्यक्रमों का विकास करने के यूनेस्को के प्रयासों में सघन सहयोग करना भी शामिल है।

जोस एलस्टगीस्ट नीदरलैंड में रीजनल पेडागॉगिक सेंटर, जीलैंड के विज्ञान शिक्षा समन्वयक हैं। इससे पूर्व उन्होंने संयुक्त लोकतांत्रिक गणराज्य तंजानिया में मोरोगोरो शिक्षक-प्रशिक्षण केंद्र में कार्य किया है। वे अफ्रीकी प्राथमिक विज्ञान कार्यक्रम और अफ्रीका के लिए विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम से गहनाता से जुड़े रहे हैं। उनके कार्यों में यूनेस्को के विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम से गहन संबद्धता भी शामिल है और उन्होंने लेसेथो विश्वविद्यालय में यूनेस्को के विशेषज्ञ के तौर पर अपनी सेवाएं दी हैं। जोस एलस्टगीस्ट प्राथमिक विद्यालय शिक्षण और शिक्षकों के प्रशिक्षण के प्रति अपने अभिनव नजरिये को लेकर अंतरराष्ट्रीय स्तर पर जाने जाते हैं।

रु. 145.00

ISBN 978-81-237-5386-7

नेशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया
यूनेस्को प्रकाशन
के सहयोग से प्रकाशित

प्राथमिक विद्यालय के लिए
यूनेस्को की विज्ञान स्रोत पुस्तक :

कार्यानुभवों पर आधारित शिक्षक प्रशिक्षण

प्राथमिक विद्यालय के लिए यूनेस्को की विज्ञान स्रोत पुस्तक

कार्यानुभवों पर आधारित शिक्षक प्रशिक्षण

वेन हारलेन
जोस एल्स्टगीस्ट

अनुवाद
अरविन्द गुप्ता

नेशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया
यूनेस्को प्रकाशन के सहयोग से

यूनेस्को द्वारा सर्वप्रथम 1992 में प्रकाशित
7 प्लेस डि फॉंटेनी, 75352 पेरिस 07 एसपी

इस पूरे प्रकाशन में प्रयुक्त ओहदे और सामग्री की प्रस्तुति किसी देश, राज्य क्षेत्र, नगर या क्षेत्र या इसके प्राधिकरणों या इसके सीमांत या सीमाओं की परिमितता की कानूनी स्थिति के संदर्भ में यूनेस्को की ओर से किसी भी राय की अभिव्यक्ति का संकेत नहीं करती।

इस पुस्तक में निहित तथ्यों का चुनाव, उनकी प्रस्तुति और उनमें व्यक्त विचारों के लिए लेखकगण जिम्मेदार हैं, जो जरूरी नहीं कि यूनेस्को के विचार हों और जो संस्था की जवाबदेही तय करते हों।

केवल भारत, बांग्लादेश, नेपाल और श्रीलंका में बिक्री के लिए।

ISBN 978-81-237-5386-7

पहला संस्करण : 2008

दूसरी आवृत्ति : 2009 *(शक 1931)*

अनुवाद © नेशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया, 2000

प्राथमिक विद्यालय के लिए यूनेस्को की विज्ञान स्रोत पुस्तक
Prathmik Vidyalaya Ke Liye UNESCO Ki Vigyan Srot Pustak *(Hindi)*

रु. 145.00

निदेशक, नेशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया
नेहरू भवन, 5 इंस्टीट्यूशनल एरिया, फेज-II
वसंत कुंज, नई दिल्ली-110 070 द्वारा प्रकाशित

विषय सूची

प्राक्कथन नौ
परिचय ग्यारह
पुस्तक के स्रोत
अपेक्षित उपयोग
पुस्तक का प्रारूप

भाग एक : प्राथमिक विद्यालयों में विज्ञान पढ़ाने की समझ और कौशल का विकास (ले. वेन हारलेन)

अध्याय 1. विज्ञान का अध्ययन
परिचय 19
वैज्ञानिक गतिविधियां 20
विज्ञान के अध्ययन पर विचार 22
अध्ययन में क्रिया-कौशल की भूमिका 23
विज्ञान के अध्ययन के उद्देश्य 25

अध्याय 2. प्रायोगिक विज्ञान : एक नई शुरुआत
परिचय 29
विज्ञान और तकनीक के कुछ प्रयोग 29
प्रयोगों पर विचार 31
बच्चों के साथ मिलकर प्रयोग 34

अध्याय 3. वैज्ञानिक गतिविधि क्या है?
परिचय 37
गतिविधियों की समीक्षा के लिए जांच-सूची 37
गतिविधियों का चयन एवं अनुकूलन 40

अध्याय 4. वैज्ञानिक क्रिया-कौशल एवं प्रवृत्तियां
परिचय 45
प्रयोगशाला में क्रिया-कौशल का विकास 46
क्रिया-कौशल के सूचक 51
प्रवृत्तियों के सूचक 54

अध्याय 5. बच्चों में क्रिया-कौशल और वैज्ञानिक प्रवृत्ति का विकास
परिचय 57
क्रिया-कौशल के क्रमबद्ध विकास की प्रकृति 58
बच्चों में क्रिया-कौशल विकसित करने में सहयोग 59
बच्चों में वैज्ञानिक प्रवृत्ति के विकास में सहायता 74

अध्याय 6. बच्चों की वैज्ञानिक परिकल्पनाओं का विकास
परिचय 75
क्रमबद्ध विकास पर विचार 76
वैज्ञानिक विचारों का क्रमबद्ध विकास : सामान्य लक्षण 77
बच्चों की वैज्ञानिक परिकल्पना के विकास में सहायता 80

अध्याय 7. भाषा, बातचीत और रिपोर्टिंग
परिचय 85
बातचीत और विचार 86
वैज्ञानिक शब्दों का उपयोग 89
पढ़ना और लिखना 91

अध्याय 8. बच्चों के प्रश्न : उत्तर और प्रोत्साहन
परिचय : प्रश्न पूछने का महत्त्व 95
विभिन्न प्रकार के प्रश्न 96
बच्चों के प्रश्नों के उत्तर 100

अध्याय 9. कक्षा से बाहर विज्ञान
परिचय 103
प्रयोग की पगडंडी 104
सजीव परिवेश का वैज्ञानिक अध्ययन 106

अध्याय 10. मूल्यांकन : अध्यापन का एक अंग
परिचय 111
मूल्यांकन के उद्देश्य 112
अध्यापन के एक अंग के रूप में मूल्यांकन का महत्त्व 112
समान लक्ष्य एवं भिन्न-भिन्न व्यक्तिगत माध्यम 114
अध्यापन के एक अंग के रूप में बच्चों के विचारों और परिकल्पनाओं का मूल्यांकन 119
अध्यापन के एक अंग के रूप में क्रिया-कौशल और प्रवृत्ति का मूल्यांकन 121
मूल्यांकन की योजना 121

अध्याय 11. वैज्ञानिक परिकल्पनाओं और कौशलों का औपचारिक मूल्यांकन
परिचय 123
बच्चों की वैज्ञानिक परिकल्पनाओं की समझ के मूल्यांकन हेतु प्रश्न 124
वैज्ञानिक क्रिया-कौशलों का मूल्यांकन 129

अध्याय 12. सभी को विज्ञान अध्ययन का सुअवसर : एक मूल्यांकन
परिचय 143
मूल्यांकन की प्रक्रिया 144
गतिविधियों का मूल्यांकन 145
गतिविधियों से बच्चों के लगाव का मूल्यांकन 146
शिक्षकों और बच्चों के बीच परस्पर क्रिया-प्रतिक्रिया का मूल्यांकन 148

भाग दो : प्रायोगिक विज्ञान से बच्चों का लगाव (ले. जोस एल्स्टगीस्ट)

अध्याय 13. कक्षा के अंदर गतिविधियां और शिक्षकों का प्रशिक्षण
परिचय 153
वर्कशीट्स का प्रयोग 157

अध्याय 14. बच्चे और पानी
परिचय 159
गतिविधियां 163

अध्याय 15. बच्चे और उनका परिवेश
परिचय 195
गतिविधियां 199

अध्याय 16. बच्चे, दर्पण और प्रतिबिंब
परिचय 225
गतिविधियां 229

अध्याय 17. बच्चे और तुला
परिचय 251
सूचना स्रोत के रूप में तुला का प्रयोग कैसे करें बच्चे? 252
तुला से बच्चों की कैसी हो जिज्ञासा? कैसे करें वे वैज्ञानिक क्रिया-कौशल का उपयोग एवं अभ्यास 252
वैज्ञानिक क्रिया-कौशल के अभ्यास से कैसे बढ़े ज्ञान, जो सदा बढ़ता ही जाए... 253
गतिविधियां 255

प्राक्कथन

यूनेस्को का यह आधार ग्रंथ–*यूनेस्को हैंडबुक फॉर साइंस टीचर्स* [1] और *न्यू यूनेस्को सोर्स बुक फॉर साइंस टीचिंग* [2] नामक पुस्तकों के परिशिष्ट के रूप में तैयार किया गया है। यह यूनेस्को के योगदान के अंतर्गत उन प्रयासों का एक अंश है, जिनके अंतर्गत विभिन्न संगठन तथा सदस्य राष्ट्र विज्ञान शिक्षा, विशेष रूप से प्राथमिक स्तर, में सुधार लाना चाहते हैं।

इस पुस्तक की पहल आठवें दशक के पूर्वार्द्ध में तब हुई जब इंटरनेशनल काउंसिल ऑफ साइंटिफिक यूनियंस (आई. सी. एस. यू.) की विज्ञान शिक्षण समिति (सी. टी. एस.) ने प्रारंभिक विज्ञान पर एक उप समिति (एस. ई. एस.) गठित की। *प्राथमिक स्कूलों में विज्ञान की शिक्षा को कैसे सुधारा जाए,* विषय पर हुए उप समिति के विचार-विमर्शों से यह निष्कर्ष निकला कि प्राथमिक विद्यालय के विज्ञान शिक्षकों को प्रशिक्षण कार्यक्रमों के दौरान वास्तव में व्यावहारिक शिक्षा तथा प्रासंगिक विज्ञान की शिक्षा के लिए प्रभावशाली सामग्री उपलब्ध नहीं कराई जाती; इस विचार को प्राथमिकता देते हुए यूनेस्को प्राथमिक शिक्षा को प्राथमिकता देता है, और उसके पास उपलब्ध सीमित संसाधनों का सबसे अच्छा उपयोग शिक्षकों के प्रशिक्षण में स्पष्ट दिखाई देगा।

इस पुस्तक के लेखक वेन हारलेन और जोस एल्स्टगीस्ट वर्षों से एस. ई. एस. के सक्रिय सदस्य रहे हैं। आठवें दशक के पूर्वार्द्ध में एक नई पुस्तक *द ट्रेनिंग ऑफ प्राइमरी साइंस एड्यूकेटर्स–ए वर्कशॉप एप्रोच* [3] एस. ई. एस. के तीन सदस्यों–वेन हारलेन, जोस एल्स्टगीस्ट और मेक्सिको के डॉ. जुआन मैनुअल गुटिरेज-वाक्वेज द्वारा लिखी गई।

यह पुस्तक दो भागों में बांटी गई। पहले भाग को, स्कॉटिश काउंसिल फॉर रिसर्च इन एड्युकेशन की निदेशिका, वेन हारलेन ने लिखा है, जिसमें विज्ञान को शीघ्रता से समझने से संबंधित विधियों का उल्लेख है। दूसरे भाग को जोस एल्स्टगीस्ट ने लिखा है। वे नीदरलैंड में प्राथमिक विद्यालयों में विज्ञान शिक्षकों के प्रशिक्षण के विशेषज्ञ हैं और कक्षाओं के कार्यकलापों के लिए महत्त्वपूर्ण सामग्री उपलब्ध कराते हैं।

1. यूनेस्को हैंडबुक फॉर साइंस टीचर्स, पेरिस/लंदन, यूनेस्को/हीनमन, 1980, 199 पृ.
2. न्यू यूनेस्को सोर्स बुक फॉर साइंस टीचिंग, पेरिस, यूनेस्को, 1973, 270 पृ.
3. वेन हारलेन (संपा.), द ट्रेनिंग ऑफ प्राइमरी साइंस एड्यूकेटर्स–ए वर्कशॉप एप्रोच, पेरिस, यूनेस्को, 1994, 91 पृ. (साइंस एंड टेक्नोलॉजी एड्यूकेशन डॉक्यूमेंट सीरिज़, 13)

पुस्तक के दोनों भागों का उपयोग, क्रमवार न करके, एक साथ करना अभीष्ट है; उनकी शैली एकदम सीधी है और उद्देश्य शिक्षकों को सुझाए गए विचारों पर अमल करने को प्रोत्साहित करना है।

इस प्रकाशन की परिकल्पना शिक्षकों की सेवा-पूर्व और सेवारत प्रशिक्षण कार्यशालाओं में उपयोग करने के लिए की गई। यहां पर 'कार्यशाला' का मतलब सीखने के एक सक्रिय अनुभव से है, जिसमें सीखने वाला खुद अपने ही मन-मस्तिष्क और हाथों का इस्तेमाल कर, विषय-वस्तु का अर्थ निकाले और अपनी समझ बनाए।

इस पुस्तक को तैयार करने में लेखकों ने उन समस्त सामग्रियों और विचारों का उपयोग किया है जो यूनेस्को, कॉमनवेल्थ सेक्रेटेरियट, आई.सी.एस.यू.-सी.टी.एस. द्वारा आयोजित क्षेत्रीय, राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय सेमिनारों में विकसित हुए हैं। फिर भी, इस पुस्तक में प्रकाशित सभी तथ्यों की सामग्री और इसमें व्यक्त सभी विचारों के चयन के लिए इसके लेखक ही उत्तरदायी हैं और इसके लिए किसी भी रूप में यूनेस्को को जिम्मेदार नहीं ठहराया जा सकता है।

परिचय

पुस्तक के स्रोत

कई अंतरराष्ट्रीय संगठनों और विश्व के विभिन्न भागों के विज्ञान के विशिष्ट शिक्षकों ने इस पुस्तक के प्रकाशन में किसी न किसी रूप में सहयोग दिया है। ऐसा कहा जा सकता है कि इसका आरंभ आठवें दशक के पूर्वार्द्ध में इंटरनेशनल काउंसिल ऑफ साइंटिफिक यूनियंस (आईसीएसयू-सीटीएस) की विज्ञान शिक्षण समिति (सीटीएस) के अंतर्गत प्राथमिक विज्ञान की उप-समिति के गठन के साथ हुआ। जोस एल्स्टगीस्ट और वेन हारलेन कई वर्षों से इस उप-समिति के सक्रिय सदस्य थे। प्राथमिक/प्रारंभिक विद्यालय में विज्ञान शिक्षा को कैसे सुधारा जाए इस विषय पर हुई उनकी चर्चाओं से यह निष्कर्ष निकला कि हमारे अति सीमित संसाधन शिक्षा-प्रबंधकों की ओर उन्मुख थे क्योंकि प्राथमिक विद्यालयों के शिक्षकों के प्रशिक्षण कार्यक्रमों में सामान्यतः विज्ञान की प्रासंगिक एवं व्यावहारिक शिक्षा के लिए आवश्यक सामग्रियों का अभाव था।

यूनेस्को के सहयोग से एसईएस ने *द ट्रेनिंग ऑफ प्राइमरी साइंस एड्यूकेटर्स–ए वर्कशॉप एप्रोच*[1] नाम की पुस्तक तैयार की। इसके बाद यूनेस्को तथा इंटरनेशनल काउंसिल ऑफ एसोसिएशंस फॉर साइंस एड्यूकेशन (आईसीएएसई) और ब्रिटिश काउंसिल के सहयोग से बंगलोर में वर्ष 1985 में आइसीएसयू द्वारा आयोजित 'विज्ञान और प्रौद्योगिकी शिक्षा सम्मेलन' के पश्चात् प्राथमिक विज्ञान पर एक संक्षिप्त अंतरराष्ट्रीय कार्यशाला आयोजित की गई। उसके बाद कॉमनवेल्थ सेक्रेटेरियट और यूनेस्को ने आपसी सहयोग से इस काम को आगे बढ़ाने के लिए एक परियोजना शुरू की जिसका एक उद्देश्य था अल्प अवधि में ऐसे शिक्षाविदों का समूह तैयार करना, जो प्राथमिक विज्ञान के विशेषज्ञ हों और उनके सहयोग से शिक्षक प्रशिक्षण कार्यशालाओं का आयोजन किया जा सके और वे एक प्रारूप तैयार कर सकें। दूसरा उद्देश्य था मध्यम अवधि का, जिसके तहत मूलतः तीसरी दुनिया के देशों के शिक्षक प्रशिक्षकों के साथ मिलकर इस प्रारूप और सामग्री के साथ कार्यशालाओं का आयोजन किया जाना था। इसी प्रकार लंबी अवधि में, सेवापूर्व और सेवारत शिक्षकों के प्रशिक्षण के लिए मिलकर नई सामग्री विकसित करना, और उन्हें शिक्षकों

1. वेन हारलेन (संपा.), द ट्रेनिंग ऑफ प्राइमरी साइंस एड्यूकेटर्स–ए वर्कशॉप एप्रोच, पेरिस, यूनेस्को, 1994, 91 पृ. (साइंस एंड टेक्नोलॉजी एड्यूकेशन डॉक्यूमेंट सीरिज़, 13)

और उनके प्रशिक्षकों को उपलब्ध कराना भी एक महत्त्वपूर्ण उद्देश्य था।

पहले उद्देश्य की पूर्ति दिसम्बर 1986 में लिवरपूल में आयोजित एक लघु अंतरराष्ट्रीय संगोष्ठी में हुई। दूसरे उद्देश्य की पूर्ति आरंभ में बारबाडोस में 1987 में आयोजित एक अंतरराष्ट्रीय संगोष्ठी में हुई जिसमें 17 देशों के 26 सदस्यों ने भाग लिया। इस संगोष्ठी को कॉमनवेल्थ सेक्रेटेरियट और यूनेस्को ने आईसीएसयू-सीटीएस, आईसीएएसई और ब्रिटिश काउंसिल की सहायता से आयोजित किया तथा इसका सह-निर्देशन लिवरपूल यूनिवर्सिटी की प्रोफेसर वेन हारलेन तथा यूनिवर्सिटी ऑफ द वेस्ट इंडीज के डॉ. विंस्टन किंग ने किया। संगोष्ठी का उद्देश्य था कि प्रतिभागी बारबाडोस में विकसित सामग्री और पद्धति की तर्ज पर राष्ट्रीय और क्षेत्रीय कार्यशालाएं आयोजित करेंगे। इस लक्ष्य की पूर्ति के लिए युगांडा और मलेशिया में दो कार्यशालाएं आयोजित की गईं। उसके बाद एक दक्षिण-पूर्व क्षेत्रीय संगोष्ठी 1989 में पश्चिमी समोआ में, और एक अफ्रीकी क्षेत्रीय कार्यशाला नाईजीरिया में 1990 में आयोजित की गई।

कार्यशालाओं के परिणामस्वरूप उपलब्ध सामग्रियां समस्त गतिविधियों तथा इस पुस्तक के उद्देश्यों की पूर्ति में सहायक सिद्ध हुईं। यह पुस्तक कॉमनवेल्थ सेक्रेटेरियट और यूनेस्को की दीर्घकालीन उद्देश्य वाली परियोजना का फल है, और इसके लाभों को दूर-दूर तक फैलाना है। इसलिए प्रस्तुत पुस्तक सेवापूर्व अथवा सेवारत शिक्षकों के प्रशिक्षण कार्यक्रमों में उपयोग किए जाने के उद्देश्य से प्रकाशित की गई है। इसका समुचित उपयोग तब होगा जब इसमें सुझाई गई गतिविधियों पर अमल किया जाएगा और शिक्षक एवं छात्र उन पर सामूहिक चर्चा करेंगे। वे शिक्षक भी स्वाध्याय से इस पुस्तक का लाभ उठा सकते हैं जिनके पास सेवा के दौरान प्रशिक्षण की सुविधा उपलब्ध नहीं है।

इस पुस्तक को तैयार करने में संगोष्ठियों और कार्यशालाओं में विकसित सामग्रियों के अलावा अन्य बहुत-सी नई सामग्रियों का समावेश भी जरूरी समझा गया है। बारबाडोस संगोष्ठी के कई प्रतिभागी, विशेष रूप से कमला पायरिस और शीला जेली अपने काम की झलक इस पुस्तक में देख पाएंगी। उनके काम का यहां सधन्यवाद उल्लेख किया गया है। वैसे, पुस्तक का पहला भाग, अधिकांश रूप से, वेन हारलेन और दूसरा भाग जोस एल्स्टगीस्ट ने लिखा है। पूरी पुस्तक का संपादन वेन हारलेन ने किया है।

अपेक्षित उपयोग

इस पुस्तक की सामग्रियों की परिकल्पना शिक्षकों की सेवापूर्व और सेवा के दौरान आयोजित कार्यशालाओं में उपयोग को ध्यान में रखते हुए की गई है। यहां पर 'कार्यशाला' का अर्थ शिक्षक प्रशिक्षण की एक विशेष प्रायोगिक पद्धति से है जिसे लेखकद्वय अत्यावश्यक मानते हैं। इस प्रायोगिक शिक्षा में, शारीरिक और मानसिक दोनों प्रकार के क्रियाकलाप सम्मिलित हैं। वस्तुतः विचारों के सृजन में भागीदारी (चाहे अन्य लोगों ने उसकी व्याख्या पहले ही क्यों न कर ली हो) हर स्तर पर सीखने और समझने के लिए आवश्यक है। इस प्रकार के अध्ययन से विचारों पर 'अधिकार' की प्राप्ति को प्रोत्साहन मिलता है और यह बात न केवल बच्चों पर बल्कि सभी पर लागू होती है।

'कार्यशाला' अध्ययन के अनुभव का एक सांकेतिक लघु मार्ग मात्र है। इसमें सीखने वाला खुद अपनी शारीरिक और मानसिक क्षमताओं का उपयोग कर विषय-वस्तुओं को समझता है। इन क्रियाओं का आधार कुछ वस्तुओं की खोजबीन, किसी समस्या का हल या किसी प्रमाण का परीक्षण और उस पर चर्चा करना हो सकता है। इसके फलस्वरूप किसी नई चीज का निर्माण, किसी समस्या का हल, नई योजना,

वस्तुओं के बीच के संबंधों में कोई नई कड़ी, टिप्पणी या कोई मापदंड प्राप्त हो सकता है। इन परिणामों तक पहुंचने की गहरी समझ ही शायद इस प्रक्रिया का सबसे महत्त्वपूर्ण लाभ होगा।

शिक्षकों को प्रायोगिक अध्ययन का सही अर्थ तब समझ में आएगा जब शिक्षक स्वयं उसे अनुभव करेंगे और यह उनके लिए महत्त्वपूर्ण है। यही वजह है कि शिक्षक प्रशिक्षण की कार्यशालाओं में समस्त क्रियाएं और गतिविधियां शामिल की जानी चाहिए। अतः प्रायोगिक अध्ययन इसलिए आवश्यक है कि बच्चों को भी इसी प्रकार सिखाया जा सके ताकि वे न केवल मानसिक स्तर पर विषय-वस्तु को समझें, बल्कि स्वयं प्रयोग करके व्यावहारिक पक्ष जानें। इसके लिए उन्हें अभ्यास करने, अनुमान लगाने, कल्पना करने, योजनाबद्ध तरीके से खोजबीन करने आदि का ज्ञान भी चाहिए। पर जिनकी अपनी शिक्षा इस प्रकार नहीं हुई हो—जिन्हें कभी अपने विचारों के आधार पर अनुमान लगाने और उसका परीक्षण करने का मौका न मिला हो, उनके लिए यह काम वाकई बहुत कठिन हो सकता है।

शिक्षकों और भावी शिक्षकों को न केवल विषय-वस्तुओं को स्वयं अनुभव करने की आवश्यकता है, बल्कि उन्हें यह अनुभव इस प्रकार करना चाहिए जिससे कि चर्चा के दौरान, प्रक्रिया में निहित कौशलों और सिद्धांतों के विभिन्न पहलुओं की भूमिका का विश्लेषण किया जा सके। उन क्रियाकलापों पर अधिक बल दिया जाए जिनसे बच्चों के कौशलों और परिकल्पनाओं को प्रोत्साहन मिलता हो। इन क्रियाकलापों में शिक्षकों की भूमिका पर विचार करना होगा। कक्षा का नियोजन क्या और कैसे हो? नीति क्या हो? किस प्रकार के संसाधनों की आवश्यकता पड़ेगी? ये कुछ प्रश्न हैं जिनका हल जानना होगा।

अध्ययन की पद्धति केवल व्यक्तिगत रूप से वैज्ञानिक ज्ञान के विकास तक सीमित नहीं रहनी चाहिए। शिक्षक प्रशिक्षण पाठ्यक्रमों में कथित पद्धति को अध्ययन संबंधी सभी प्रकार के अनुभवों पर लागू किया जा सकता है और किया जाना चाहिए। इसमें शिक्षार्थियों के साथ चिर-परिचित विचारों से शुरुआत करने के पश्चात् प्रमाणों का उपयोग कर (जो पिछले अनुभवों पर, तर्क पर या फिर सीधे अवलोकन पर आधारित हो सकते हैं, क्योंकि हम यहां वयस्कों की बात कर रहे हैं) उन्हें बदलने का प्रयास करना चाहिए। इस प्रकार काम करने का दोहरा लाभ होता है। इसमें एक ओर अध्ययन की पद्धति की समझ बनती है तो दूसरी ओर शिक्षक विज्ञान को प्रभावी ढंग से पढ़ाने की आवश्यक क्षमताएं भी हासिल करते हैं।

पुस्तक का प्रारूप

इस पुस्तक के दोनों भागों का बारी-बारी से नहीं, अपितु एक-साथ उपयोग श्रेयस्कर है। इनको अलग-अलग रखने का कारण पाठ्यक्रम बनाने वालों को सुविधा प्रदान करना है। वे अब अपने विशिष्ट उद्देश्यों के अनुसार, अध्ययन की पद्धति और उसके साथ-साथ प्रयोगों की ठोस सामग्री का चयन कर सकेंगे।

भाग एक के अध्याय 1 में उन पद्धतियों का उल्लेख है जो विज्ञान के प्रायोगिक अध्ययन से संबद्ध हैं। यद्यपि कार्यशाला के क्रियाकलापों से उत्पन्न विचारों द्वारा ही शिक्षक बच्चों की समझ के विकास के बारे में सीखते हैं। बच्चे किस प्रकार धीरे-धीरे अपने परिवेश की वैज्ञानिक समझ हासिल करते हैं? इसके लिए किन क्रिया-कौशलों की आवश्यकता होती है? इन तथ्यों की पहचान, और शुरुआती अध्ययन में बच्चों के आरंभिक विचारों को ही महत्त्व देना यहां महत्त्वपूर्ण है।

अध्याय 2 में शिक्षकों के लिए विज्ञान और तकनीकी की कुछ गतिविधियां सुझाई गई हैं जिन्हें पहले शिक्षक स्वयं करें, और तब बच्चों के साथ करें। इनमें गतिविधियों के 'परीक्षण की सही विधि', सरल

तकनीकों और कुछ परिकल्पनाओं का परीक्षण करना शामिल है। इस अध्याय में बच्चों के साथ गतिविधियों के आयोजन पर भी सुझाव दिया गया है।

अध्याय 3 में, अध्याय 2 में सुझाई गई गतिविधियों पर चर्चा की गई है। इनमें बच्चों या शिक्षकों ने क्या किया—और इसका कौन-सा पक्ष विज्ञान के अध्ययन के लिए उपयोगी हो सकता है, इस बात पर चर्चा है। इन गतिविधियों में वैज्ञानिक तत्त्व को पहचानने और यह निर्णय लेने के लिए एक जांच सूची दी गई है कि प्रायोगिक अध्ययन में सुधार के लिए इन अवसरों का कैसे उपयोग किया जा सकता है।

अध्याय 4 में, गतिविधियों द्वारा क्रिया-कौशलों के विकास के अर्थ को समझाया गया है जिन्हें 'प्रोसेस-सर्कस' का नाम दिया गया है। इसमें चर्चा के दौरान क्रिया-कौशल और वैज्ञानिक प्रवृत्ति प्राप्त करने के 'संकेत' दिए गए हैं।

अध्याय 5 क्रिया-कौशल और वैज्ञानिक प्रवृत्ति के विकास के महत्त्व पर केंद्रित है। इसमें क्रिया-कौशल के विकास की सामान्य प्रकृति को समझाया गया है। अंत में कुछ सुझाव हैं जो बताते हैं कि इन प्रत्येक क्रिया-कौशलों के विकास में शिक्षकगण किस प्रकार सहायता कर सकते हैं।

अध्याय 6 की सामग्री पुनः अध्याय 1 से संबंधित है। इसमें बच्चों के आरंभिक विचारों और सीखों के साथ-साथ उनमें आए परिवर्तन के बारे में चर्चा है। बच्चों के विचारों की प्रगति तथा उसकी प्रकृति, और इस प्रगति की दिशा में बच्चों के विचारों के विकास में सहायक नीतियों का सामान्य वर्णन है।

अध्याय 7 भाषा, और विज्ञान में रिपोर्टिंग से संबंधित है। वैसे तो बच्चों के विचारों के विकास में उनके बीच होने वाली चर्चा का महत्त्व ही पुस्तक का केंद्रीय विषय है, परंतु यहां उसे गहराई से समझा गया है। छात्र और शिक्षक के बीच हुई बातचीत को लिख कर भाषा और विचारों के संबंध को एक सुस्पष्ट रूप दिया गया है। विज्ञान की शब्दावली को कब और कैसे प्रस्तुत किया जाए इस समस्या पर प्रकाश डाला गया है। बच्चे विज्ञान के शब्दों का क्या अर्थ निकालते हैं उसे समझने का तरीका बताया गया है। बच्चों को अपनी सोच और खोजों को लिखने के लिए कैसे प्रेरित किया जाए इस बिंदु पर भी चर्चा की गई है।

अध्याय 8 बच्चों के प्रश्नों से संबंधित है। विज्ञान में सभी प्रकार के प्रश्न पूछना और उन पर विशेष चर्चा करना महत्त्वपूर्ण है। कार्यशाला की गतिविधियों में एक ओर प्रश्नों का वर्गीकरण, तो दूसरी ओर उन प्रश्नों का अन्वेषण है जो बच्चों को संबद्ध परीक्षण और अपने क्रिया-कौशल के उपयोग के लिए प्रोत्साहित कर सकें।

अध्याय 9 में विज्ञान के अध्ययन में कक्षा के बाहर के परिवेश की उपयोगिता पर प्रकाश डाला गया है। इसमें एक बाहरी 'अवलोकन यात्रा' की परिकल्पना तथा किसी भी स्कूल के मैदान में इस मार्ग के निर्माण हेतु दिशा-निर्देश दिया गया है। प्राकृतिक परिवेश में वैज्ञानिक अध्ययन करने के सुझाव हैं जिन्हें अध्याय 15 में दी गई सामग्री से जोड़ा जा सकता है।

अध्याय 10 बच्चों की सीख के मूल्यांकन पर दो में से पहला अध्याय है। इसमें विभिन्न उद्देश्यों हेतु विभिन्न विधियों के मूल्यांकन के सिद्धांतों पर एक संक्षिप्त भूमिका है। अध्यापन के दौरान ही मूल्यांकन हो, यह महत्त्वपूर्ण है। कक्षा की सामान्य गतिविधियों के दौरान ही, बच्चों की मान्यताओं, कौशलों और दृष्टिकोणों का मूल्यांकन करने के अनेकों तरीके सुझाए गए हैं। मूल्यांकन को ध्यान में रखते हुए गतिविधियों के आयोजन के महत्त्व पर बल दिया गया है।

अध्याय 11 वैज्ञानिक परिकल्पनाओं और कौशलों के औपचारिक मूल्यांकन से संबद्ध है। अगर

सटीक प्रायोगिक अध्ययन करना है तो परीक्षण, परीक्षा और अन्य औपचारिक मूल्यांकन को इस अध्ययन के अनुरूप ही होना चाहिए। इसमें ऐसे लिखित प्रश्नों के उदाहरण दिए गए हैं जो बच्चों की रटने की क्षमता की बजाय उनकी समझदारी और कौशलों का मूल्यांकन करते हैं। इस प्रकार के प्रश्नों को रचने के सुझाव भी यहां दिए गए हैं।

अध्याय 12 में सभी छात्रों के लिए विज्ञान-अध्ययन के सुअवसरों के मूल्यांकन पर विस्तृत चर्चा है। उदाहरण के लिए यहां जांच सूचियां दी गई हैं जिनका उपयोग शिक्षक इस बात का मूल्यांकन करने के लिए कर सकते हैं कि वे प्रायोगिक ज्ञान के कैसे अवसर उपलब्ध करा रहे हैं। वे यह भी देख सकते हैं कि छात्र उनके द्वारा उपलब्ध कराए गए सुअवसरों का कितना लाभ उठा रहे हैं। यहां भिन्न जातीय और भाषायी पृष्ठभूमि से आने वाले साथ ही अध्ययन में अन्य तरह की कठिनाइयां महसूस करने वाले छात्र-छात्राओं दोनों को सही अवसर प्रदान करने पर विशेष ध्यान रखा गया है।

पुस्तक के भाग दो में कक्षा के अंदर होने वाली गतिविधियों के कुछ उदाहरण दिए गए हैं जिनका उपयोग शिक्षक द्वारा अपने प्रशिक्षण के दौरान, और बच्चों के साथ, दोनों ही स्थितियों में, किया जा सकता है। अपने प्रशिक्षण के दौरान शिक्षकों या प्रशिक्षु-शिक्षकों को स्वयं अपने स्तर से कुछ वैज्ञानिक गतिविधियों को उसी विधि से संपन्न करना होगा जैसा कि अंततः बच्चों के साथ करने की अपेक्षा उनसे की जाती है। अध्ययन की यह प्रायोगिक विधि एक मात्र जरिया है जिससे शिक्षक या अन्य कोई व्यक्ति विज्ञान की वास्तविकता समझ पाएगा। गतिविधियों के दौरान ही, विज्ञान अध्ययन का उत्साहवर्द्धक वातावरण बनेगा जो शिक्षकों के लिए है तो अनिवार्य, पर गिने-चुने शिक्षकों को ही अपनी पढ़ाई के दौरान मिलता है।

अध्याय 13 में कक्षा में होने वाली गतिविधियों का एक सामान्य परिचय दिया गया है। ये उदाहरण मात्र हैं और इन्हें किसी विषय पर संपूर्ण कार्यक्रम न समझें। ये ठोस उदाहरण, वर्कशीट्स की अच्छाइयों और बुराइयों पर चर्चा करने के लिए उपयुक्त हैं। परंतु यह सुझाव भी दिया जाता है कि शिक्षकों को स्वयं गतिविधियां कर, उनकी वर्कशीट्स बनानी चाहिए और फिर उनका मूल्यांकन करना चाहिए।

अध्याय 14 से 17 तक प्रत्येक की शैली लगभग एक समान है। इनमें शुरू में एक संक्षिप्त भूमिका है और उसके बाद के पृष्ठों पर सुस्पष्ट गतिविधियां दी गई हैं जो बच्चों को खोजबीन और प्रश्न पूछने के लिए लुभाती हैं।

भाग एक

प्राथमिक विद्यालयों में विज्ञान पढ़ाने की समझ और कौशल का विकास

वेन हारलेन

अध्याय 1

विज्ञान का अध्ययन

परिचय

अध्याय 1 में हम विज्ञान के प्रायोगिक अध्ययन को प्रोत्साहित करने के मुख्य कारणों पर चर्चा करेंगे। सबसे पहले, शिक्षकों का तर्कपूर्ण होना बहुत महत्त्वपूर्ण है। तर्क के आधार पर वे स्वयं समझ सकते हैं, और दूसरों को समझा सकते हैं कि बच्चों में कुछ सीखने के व्यक्तिगत अनुभव क्यों होने चाहिए। तर्कपूर्ण होना वैज्ञानिक गतिविधियों का अभिन्न अंग है। यही तर्क वैज्ञानिक गतिविधियों के स्वरूप को स्पष्ट करता है और हमें बताता है कि विज्ञान अध्ययन का क्या अर्थ है और उसे किस प्रकार किया जा सकता है। इन विषयों पर विचार करने का उन क्रियाकलापों पर गहरा प्रभाव पड़ेगा जो शिक्षक बच्चों से करवाएंगे। शिक्षक कक्षा को किस प्रकार नियोजित और नियंत्रित करें? उनकी अपनी भूमिका क्या हो? वे उपकरणों और सामग्रियों का कैसे उपयोग करें? और किसी कार्य के परीक्षण और मूल्यांकन हेतु क्या मापदंड अपनाएं? इन सभी सवालों के जवाब हेतु तर्क की महत्ता बनी रहेगी।

इस बात को समझने के लिए हम पहले एक ऐसे शिक्षक का उदाहरण लेंगे जो अध्ययन के लिए रटना जरूरी समझता है। यह शिक्षक बच्चों को सीखने का ऐसा अनुभव प्रदान करेगा जिससे बच्चों को सटीक जानकारियां मिलेंगी और वह सदैव तथ्यों, सूत्रों आदि को रटने के लिए उद्यत रहेंगे। अपने काम को ठीक प्रकार से करने के लिए वह शिक्षक इन जानकारियों को छोटे-छोटे सुग्राह्य हिस्सों में बांटेगा ताकि बच्चे उन्हें आत्मसात कर सकें, और पहले अंश को आत्मसात करने के बाद ही दूसरे पर अमल करें। कक्षा का नियोजन भी ऐसा होगा जिससे सभी बच्चों को शिक्षक से, ब्लैकबोर्ड से, पुस्तकों से अधिकाधिक जानकारी मिल सके और ज्ञानार्जन की इस प्रक्रिया में अन्य बच्चे बाधक न बनें। शिक्षक की भूमिका होगी–

जानकारी को स्पष्ट रूप से प्रस्तुत करना, बच्चों का ध्यान आकर्षित करना, और सही उत्तर देने वाले बच्चों को पुरस्कृत करना। बच्चों की भूमिका होगी–

कक्षा में उपस्थित रहना, रटना और सुनाना, पढ़े गए पाठ और तथ्यों को कुछ ठोस चीजों के उदाहरण से समझना और कक्षा में जम्हाई लेने से बचना। ऊब से बचना। मूल्यांकन का सिर्फ एक मापदंड होगा–रटी हुई जानकारी को अक्षरशः सुनाना।

अगर शिक्षक पढ़ाने की प्रक्रिया को लेकर भिन्न विचार रखता है, जहां अध्ययनरत छात्र अपनी समझ को बढ़ाने में स्वयं सक्रिय हो और वह अपने क्रिया-कौशल का इस्तेमाल कर स्थापित विचारों का परीक्षण

करे और उन्हें बदलने की कोशिश करे (ऐसी चर्चा आगे की गई है), तो कक्षा का नियोजन रटने वाली कक्षा से बिलकुल भिन्न होगा। इसमें प्राप्त अनुभव बच्चों को सक्रिय होकर अपनी ही ज्ञानेंद्रियों से प्रमाण खोजने के लिए प्रेरित करेगा। बच्चे अपने विचारों का परीक्षण करके देखेंगे और आपस में चर्चा कर अन्य सहपाठियों की मान्यताओं और जानकारियों से भी अवगत होंगे। कक्षा का नियोजन ऐसा होगा जिससे बच्चे एक-दूसरे से मिल सकें और ठोस सामग्री का उपयोग कर सकें। यहां शिक्षक की भूमिका मात्र एक सहायक की होगी ताकि बच्चे अपने विचारों को निर्भीक होकर व्यक्त कर सकें और उनका परीक्षण कर सकें। वे अपने प्रमाणों पर चिंतन-मनन कर सकें और अपने खोजबीन की विधियों पर प्रश्न उठा सकें। यहां प्रयोग में लाई गई ठोस सामग्री का प्रमाण एकत्र करने में और बच्चों की जिज्ञासा जगाने में महत्त्वपूर्ण स्थान होगा। इस पद्धति में मूल्यांकन हेतु क्रिया-कौशल, समझदारी और वैज्ञानिक दृष्टिकोण के विकास पर विशेष ध्यान दिया जाएगा।

दोनों ही शिक्षकों ने अपने-अपने दर्शन और दृष्टिकोण के हिसाब से अध्ययन का माहौल देने का प्रयास किया। बहुत से शिक्षक अनेक अड़चनों और बंधनों के कारण मनोवांछित सुविधाएं और अवसर बच्चों को उपलब्ध नहीं करवा पाते। परंतु वे अड़चनों को कम करने का भरसक प्रयास करते हैं और कक्षा में कुछ बच्चों के अपूर्ण अनुभवों की कमियों से भी अवगत होते हैं। विज्ञान की सीमित समझ के कारण कुछ शिक्षक स्वयं अपने ऊपर सीमाएं और बंधन थोप लेते हैं। इन बंधनों को तोड़ा जा सकता है। इसलिए यह जरूरी है कि हम विज्ञान के अध्ययन की प्रकृति पर कुछ सघन चर्चा करें।

वैज्ञानिक गतिविधियां

विज्ञान मनुष्यों द्वारा संचालित एक ऐसी गतिविधि है जिससे आसपास की दुनिया के भौतिक और जैविक पक्षों की समझ प्राप्त/विकसित होती है। इस 'ज्ञान' को प्राप्त करते समय हम घटनाओं, वस्तुओं और परिस्थितियों के बीच संबंध जोड़कर, नए विचारों और मान्यताओं का विकास करते हैं। इस प्रक्रिया के द्वारा ही हम नए अनुभवों का सही अर्थ समझ पाते हैं।

विज्ञान में ही नहीं अपितु किसी भी विषय में परिकल्पनाओं को विकसित करना उस विषय विशेष को समझने का एक आवश्यक अंग है। अगर अवधारणाएं या परिकल्पनाएं विकसित नहीं होंगी तो हरेक नई वस्तु हमें परेशान करेगी; हम उसे पहचान नहीं पाएंगे। उदाहरण के लिए, हम किसी नई कुर्सी तक को नहीं पहचान पाएंगे क्योंकि वह, पहले वाली कुर्सी, जिससे हम परिचित थे, से अलग होगी। परंतु आम जीवन में, हम यदि कोई नई कुर्सी देखते हैं, जिसे हमने पहले कुर्सी के रूप में कभी नहीं देखा था, तो उसे तत्काल पहचान लेते हैं। इसी प्रकार हम किसी अपरिचित जीव को सजीव मान लेते हैं और पानी में अदृश्य हो गई वस्तु हमारे लिए गायब नहीं, बल्कि पानी में घुल जाती है। यह इसीलिए संभव होता है क्योंकि हमारे मस्तिष्क में पहले से ही अवधारणाएं हैं जो इन चीजों का अर्थ निकाल पाने में हमारी सहायक होती हैं।

पूरे ब्रह्माण्ड के वैज्ञानिक पक्षों के बारे में विचार विकसित करना ही विज्ञान और विज्ञान के अध्ययन का लक्ष्य है। जैसे-जैसे वैज्ञानिक अपनी खोजों और अवधारणाओं का दायरा आगे बढ़ाते हैं, उनका मूल्यांकन करते हैं, वैसे-वैसे ही विज्ञान संबंधी विचार भी बदलते रहते हैं। वे नई चीज को समझने के लिए उपलब्ध वैज्ञानिक मान्यताओं के आधार पर नई परिस्थिति या वस्तु के साक्ष्यों को परखते हैं। परीक्षण के दौरान पूर्व स्थापित अवधारणाओं में या तो नए साक्ष्यों की व्याख्या करने की क्षमता होती है अन्यथा

उनमें सुधार करना होता है, या फिर उन्हें पूरी तरह त्यागना पड़ता है क्योंकि वे नए साक्ष्यों की व्याख्या में असमर्थ सिद्ध होती हैं। इसी प्रकार, विज्ञान के अध्ययन में भी, व्यक्ति की मान्यताएं अनुभव और चिंतन की क्षमता विकसित होने के साथ धीरे-धीरे बदलती भी रहती हैं।

बच्चों की अध्ययन-विधि पर चर्चा करने से पहले अध्ययन के एक विशिष्ट अनुभव पर नजर डालना लाभदायक होगा। यहां एक विचारणीय समस्या है जो आपको प्रकाश संबंधी कुछ परिकल्पनाओं के परीक्षण हेतु प्रेरित करेगी। परन्तु आप जो भी उत्तर दें, पहले उनके कारणों पर अवश्य विचार करें।

अगर आपको एक छोटे समूह में काम करने का मौका मिले तो अपने जवाब एक-दूसरे को बताएं और उनके उत्तरों का कारण भी पूछें।

अध्ययन की प्रक्रिया पर फिर से विचार

कल्पना करें कि एक बड़े, अंधेरे कमरे में, एक पतली, छोटी मोमबत्ती जल रही है। जैसे-जैसे आप उससे दूर जाते हैं मोमबत्ती का प्रकाश धीरे-धीरे कम होता जाता है। एक दूरी के बाद आप उसे बिलकुल नहीं देख पाते हैं। अब सवाल उठता है :

1. अगर कमरे में प्रकाश होता तो क्या इसी दूरी से प्रकाश में कुछ अंतर हो जाता?
2. यदि नहीं, तो क्या अंधेरे कमरे की तुलना में मोमबत्ती का प्रकाश देखने की दूरी कम या अधिक हो सकती है?
3. अगर मोमबत्ती की जगह एक सफेद गेंद रख दी जाए (उदाहरण के लिए टेबल टेनिस की गेंद) तो इन प्रश्नों का आप क्या उत्तर देंगे?

अब आप इस प्रयोग को वास्तव में करके देखें। दरअसल इसमें प्रकाश का एक बहुत छोटा-सा स्रोत—शायद एक सुलगती हुई सिगरेट चाहिए। आप चाहें तो टार्च के कुछ बल्बों को श्रेणी-क्रम में डेढ़ वोल्ट के सेल से जोड़ सकते हैं। इतना ही नहीं एक बल्ब को छोड़कर बाकी बल्बों को ढक सकते हैं। तात्पर्य यह है कि कमरे में एकदम अंधेरा नहीं हो। कोई भी स्थान (बाहर भी) जहां पर आप प्रकाश को कम-ज्यादा कर सकें इसके लिए उपयुक्त होगा।

क्या आपको कुछ ऐसा लगा जिसने आपके पुराने विचारों को बदला हो?

चारों ओर फैले सामान्य प्रकाश के अलावा, आप अन्य स्रोतों के बारे में भी सोचें, जिनसे मोमबत्ती को दूर से देखना संभव हो। पहले अनुमान लगाएं और बताएं किस चीज से फर्क पड़ सकता है? क्या फर्क पड़ सकता है? और फिर उनके पीछे का कारण बताएं।

उसके बाद अपने विचारों को वास्तविक स्थिति में परखें।

विज्ञान के अध्ययन पर विचार

इन गतिविधियों तथा अध्ययन के अनुभवों के दौरान जब आप अपने प्रारंभिक विचारों की तुलना वास्तविक प्रमाणों के साथ करते हैं तब आपकी समझ विकसित होती है। आवश्यकतानुसार आप अपने विचारों को बदल सकते हैं ताकि वास्तविकता के साथ उनकी पूरी सहमति हो सके। इसी तरह से अवधारणाओं का विकास करना विज्ञान और विज्ञान शिक्षण का प्रमुख उद्देश्य है।

अब यदि आप प्रकाश के प्रयोग से हटकर उस विधि पर अपना ध्यान केंद्रित करें जिसके द्वारा विचारों का परीक्षण किया गया था तो संभवतः पाएंगे कि इन प्रयोगों में आप निम्नलिखित कार्य करते रहे :

- अनुमान लगाते रहे (यह कहते हुए कि आपकी सोच आपके पूर्व विचारों और अनुभवों के आधार पर साकार होगी);
- परिकल्पना करते रहे (आपके अनुसार जो घटित होगा या होता है उसका स्पष्टीकरण देते हुए);
- अपने अनुमान की पुष्टि के लिए योजनाबद्ध तरीके से अन्वेषण करते रहे;
- अवलोकन करते रहे (जो हो रहा है उसे ध्यानपूर्वक देखते हुए);
- अवलोकनों की व्याख्या करते रहे;
- दूसरों के साथ विचारों का आदान-प्रदान करते रहे।

इन्हीं क्रियाओं को अकसर वैज्ञानिक प्रक्रिया या वैज्ञानिक विधि के नाम से जाना जाता है। ये मुख्य रूप से मानसिक क्षमताएं हैं पर इनके साथ-साथ कुछ भौतिक क्षमताएं भी जुड़ी रहती हैं। इनसे प्रमाणों और विचारों की व्याख्या होती है और इन्हें क्रिया-कौशल (Process skill) कहा जाता है।

इन कौशलों के इस्तेमाल के दौरान आपने शायद प्रकाश संबंधी पहले के विचारों को स्पष्ट किया हो, बदला हो और चीजें क्यों दिखती हैं इसे अच्छी तरह समझा हो। फिर भी, यह विकास कोई स्वचालित विधि नहीं है। विचारों को प्रायोगिक रूप से देखने का परिणाम इस बात पर निर्भर करता है कि हम उन पर किस प्रकार प्रयोग करते हैं। अगर हम इन प्रक्रियाओं को दृढ़तापूर्वक और वैज्ञानिक तरीकों से नहीं अपनाएंगे, तब शायद इनसे उत्पन्न विचार वास्तविक प्रमाणों की कसौटी पर खरे नहीं उतरें। इस प्रकार संभव है हम कुछ गलत विचारों को स्वीकार लें और सही को नकार दें। इसलिए विचारों का विकास पूर्णतः इस बात पर निर्भर है कि हम कौन-सी प्रक्रियाएं अपनाते हैं।

बच्चे अकसर वस्तुओं को सतही तौर पर देखते हैं और उनके संबंध में अपने विचारों की पुष्टि करना चाहते हैं। वे खुले दिमाग से, सब प्रमाणों को सामने रखकर नहीं सोचते हैं। हम जानते हैं कि बच्चों का पहला अनुमान अकसर उनके पूर्व ज्ञान पर आधारित होता है और इन्हें सही अनुमान नहीं कहा जा सकता है। उनके परीक्षण भी सही और नियंत्रित नहीं होते हैं, और वे अपने अवलोकनों और नाप-तौल की पुष्टि दुबारा नहीं करते हैं। जिस प्रकार बच्चों के विचार या परिकल्पनाएं सीमित होती हैं, उसी प्रकार उनके क्रिया-कौशल भी अपरिपक्व होते हैं। दरअसल, दोनों में विकास की बहुत संभावनाएं होती हैं।

क्रिया-कौशल का उपयोग बहुत महत्त्वपूर्ण है। बच्चों में परिकल्पना के विकास की माप के लिए इसकी अपनी महत्ता है। हालांकि यह नहीं कहा जा सकता है कि क्रिया-कौशल का विकास अपने-आप में बहुत महत्त्वपूर्ण है। पर परिकल्पनाओं के विकास में इसकी महत्ता को कतई कम नहीं आंका जा सकता। कुल मिलाकर क्रिया-कौशल के विकास का एक सशक्त तर्काधार है।

इसके पीछे दूसरा अंतर्निहित तर्क है अध्ययन की कथित विधि में, जिसमें छात्र साक्ष्यों को स्वयं

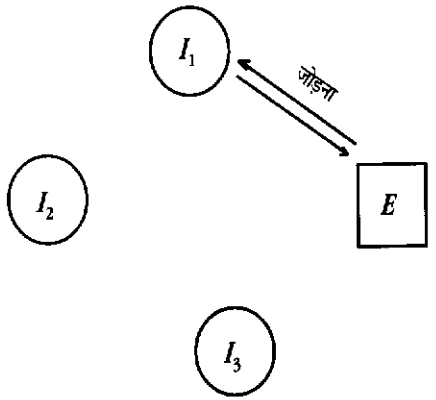
जुटाता है, उन्हें तर्क की कसौटी पर रखता है तब कहीं नए विचारों को अपनाता है। इसे हम समझ के साथ अध्ययन कह सकते हैं। समझे बिना सीखने का अर्थ है रटना और उसमें इन तमाम क्रिया-कौशलों की जरूरत नहीं पड़ती है। यहां पर हम रटने पर आधारित अध्ययन के दुष्परिणामों पर अधिक प्रकाश न डालकर सिर्फ इस यथार्थ को स्वीकारेंगे कि आज के विज्ञान शिक्षण में, बच्चों के पास रटने के सिवाय कोई चारा ही नहीं है। इससे विज्ञान एक रहस्यमयी पहेली बना जाता है। इसमें अपने आसपास की दुनिया के समझने पर कोई बल नहीं होता है। परंतु यह विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम का उद्देश्य कभी नहीं हो सकता है। हम चाहते हैं कि आज के छात्रों और भविष्य के नागरिकों को विज्ञान की सही अनुभूति हो। वे चाहे वैज्ञानिक न बनें, पर भी विज्ञान के सबल और दुर्बल पक्षों को समझें। इसको पूरा करने का सबसे अच्छा तरीका है विषय-वस्तुओं एवं घटनाओं को पहले अनुभव करना, और उसके आधार पर ही मान्यताएं बनाना।

अब हम सैद्धांतिक स्तर पर यह समझने का प्रयास करेंगे कि सीखने, यानी विचारों के विकास की प्रक्रिया सैद्धांतिक स्तर पर किस प्रकार प्रमाण एकत्र करने और उनके परीक्षणों पर निर्भर करती है।

अध्ययन में क्रिया-कौशल की भूमिका

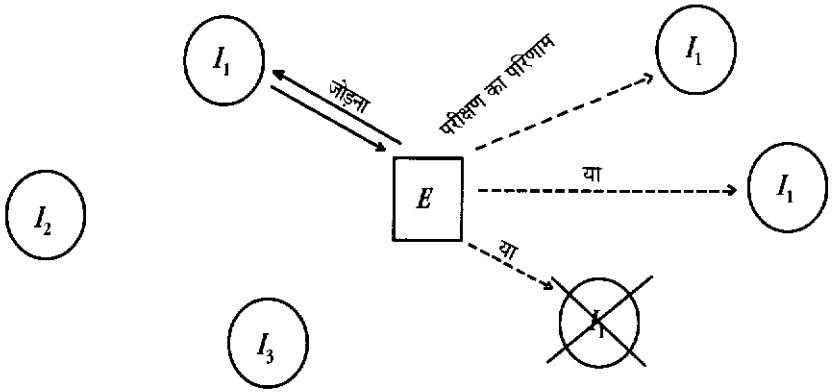
हमने अभी देखा कि दुनिया के बारे में हमारी समझ परिकल्पनाओं के विकास पर निर्भर करती है। तथा परिकल्पनाओं का विकास क्रिया-कौशल पर निर्भर करता है। दोनों परस्पर एक-दूसरे पर निर्भर हैं। परिकल्पनाएं जैसे-जैसे परिष्कृत होती जाएंगी वैसे-वैसे क्रिया-कौशलों का भी परिमार्जन और विस्तार करना पड़ेगा। दोनों का एक साथ विकास होना जरूरी है।

यहां एक चित्र के माध्यम से विचारों का नए अनुभवों के साथ संबंध दर्शाना सहायक हो सकता है। वृत्त I_1, I_2 और I_3 पूर्व-मान्यताएं दर्शाते हैं और E एक नया अनुभव दर्शाता है।



तीन में से केवल एक विचार (पहले से विद्यमान) प्रायः एक-जैसा लगने के कारण नए अनुभव के साथ जुड़ा है। इस प्रक्रिया में अवलोकन करना, अनुमान लगाना और अंततः अपनी बात को कहना शामिल है। वस्तुतः विचार और अनुभव के बीच शब्दों से ही अकसर संबंध बनते हैं। अब वास्तविक प्रमाणों की तुलना में इस विचार का परीक्षण किया जाता है। क्या यह विचार नए अनुभव की व्याख्या में सफल हुआ? अगर हां, तो यह मान्यता अधिक सशक्त रूप में उभरेगी और उसके अन्य उपयोग भी मिलेंगे। हालांकि यह बात पूरी तरह परीक्षण की प्रक्रियाओं पर निर्भर करेगा कि कथित प्रयोग सफल होंगे या नहीं, या फिर इस विचार में संशोधन करना पड़ेगा या फिर उसे पूरी तरह त्यागना पड़ेगा।

सवाल करना, अनुमान लगाना, योजनाबद्ध तरीके से खोजबीन करना, व्याख्या करके परिणाम निकालना और अवलोकन करना, मापना और अपनी बात को कहना ये सभी परीक्षण में शामिल होते हैं। नीचे अध्ययन का एक सरल मॉडल दिया गया है। इसमें अवधारणाओं की सीख को, नए विचारों के सृजन के रूप में न देखकर, पूर्व-विचारों के परिमार्जन और विस्तार के रूप में देखा गया है। यह प्रक्रिया पूरी तरह से सीखने वालों के पूर्व-विचारों के परीक्षण पर ही निर्भर है।



ऊपर के चित्र में दर्शाई गई सभी संभावनाओं में से कौन-सी वास्तव में घटेगी यह न केवल पूर्व-विचारों और नए अनुभव पर, बल्कि किस सीमा तक वैज्ञानिक कौशलों का प्रयोग किया गया है इस बात पर भी निर्भर करेगा। उपलब्ध कौशलों का उपयोग होगा या नहीं, यह लोगों के दृष्टिकोण पर निर्भर करेगा।

अगर इस प्रकार के नए अनुभव बच्चों को स्कूल में दिए जाएं तो अवधारणा बनाने में कौशलों और दृष्टिकोणों की एक अहम भूमिका हो सकती है। नए अनुभवों से विकसित विचार और समझदारी इस बात पर निर्भर करेगी कि बच्चे उन्हें कितने वैज्ञानिक तरीके से कार्यरूप देते हैं। परंतु अवधारणाओं की तरह ही, इन क्षमताओं और दृष्टिकोणों को धीरे-धीरे विकसित किया जा सकता है।

विज्ञान के अध्ययन का उद्देश्य

उपरोक्त चर्चा से विज्ञान के अध्ययन के कुछ स्पष्ट उद्देश्य उभरते हैं। इन्हें अवधारणाओं, क्रिया-कौशलों और दृष्टिकोणों के रूप में प्रस्तुत किया जा सकता है। सामान्य स्तर पर यह स्पष्ट कर देना उपयोगी होगा कि विज्ञान के अध्ययन के ये तरीके सार्वभौमिक हैं और इनका किसी भी संदर्भ में, देश में, सांस्कृतिक परिवेश में उपयोग किया जा सकता है। इसका यह मतलब नहीं है कि बच्चों के अध्ययन की प्रक्रियाएं भी सार्वभौमिक होंगी। ये क्रियाएं बच्चों की रुचियों और उनके दैनिक अनुभवों पर आधारित होंगी। उनका उद्देश्य होगा बच्चों में जिज्ञासा जगाना। जीवन की वास्तविक समस्याओं को बच्चे अध्ययन द्वारा सुलझाएंगे और इस प्रक्रिया में अपने परिवेश को गहराई से समझेंगे। विविध प्रकार की गतिविधियों द्वारा ही बच्चों में परिकल्पनाओं, क्रिया-कौशलों और दृष्टिकोणों का विकास होगा।

प्राथमिक विज्ञान के आधारभूत उद्देश्य

ब्रह्मांड की वैज्ञानिक समझ के लिए बच्चों को कैसे-कैसे विचार विकसित करने चाहिए? हमें इनके तरह-तरह के वर्णन विभिन्न पाठ्यक्रमों में मिलते हैं। पर इन सबके विश्लेषण से कुछ सामान्य बातें उभर कर सामने आती हैं :

- जीव-जगत की विविधता;
- पौधों और प्राणियों की जैविक क्रियाएं और उनके जीवन चक्र;
- जीवित प्राणियों और पर्यावरण के बीच का परस्पर संबंध;
- पदार्थों के प्रकार और उनके उपयोग;
- वायु, वायुमंडल और मौसम;
- जल और उसका अन्य पदार्थों के साथ परस्पर संबंध;
- प्रकाश, ध्वनि और संगीत;
- गर्म और ठंडा करने का प्रभाव;
- गति और बल;
- मिट्टी, चट्टान और पृथ्वी के संसाधन;
- आकाश, सौर-मंडल, ग्रह और तारे;
- चुंबकत्व और विद्युत।

इस सूची का उद्देश्य किसी पाठ्यक्रम, पद्धति या कार्यक्रम को विकसित करना नहीं है। गतिविधियों और विषयों का चयन करते समय पहले उल्लिखित कुछ अन्य बिंदुओं (बच्चों के परिवेश और उनकी रुचियों से संबंधित) का भी प्रभाव पड़ेगा। यथार्थतः ऊपर की सूची यह संकेत देती है कि बच्चे इन गतिविधियों और विषयों द्वारा क्या सीखेंगे। इस प्रकार अध्ययन को कुछ मुख्य विषयों पर आधारित किया जा सकता है, जैसे :

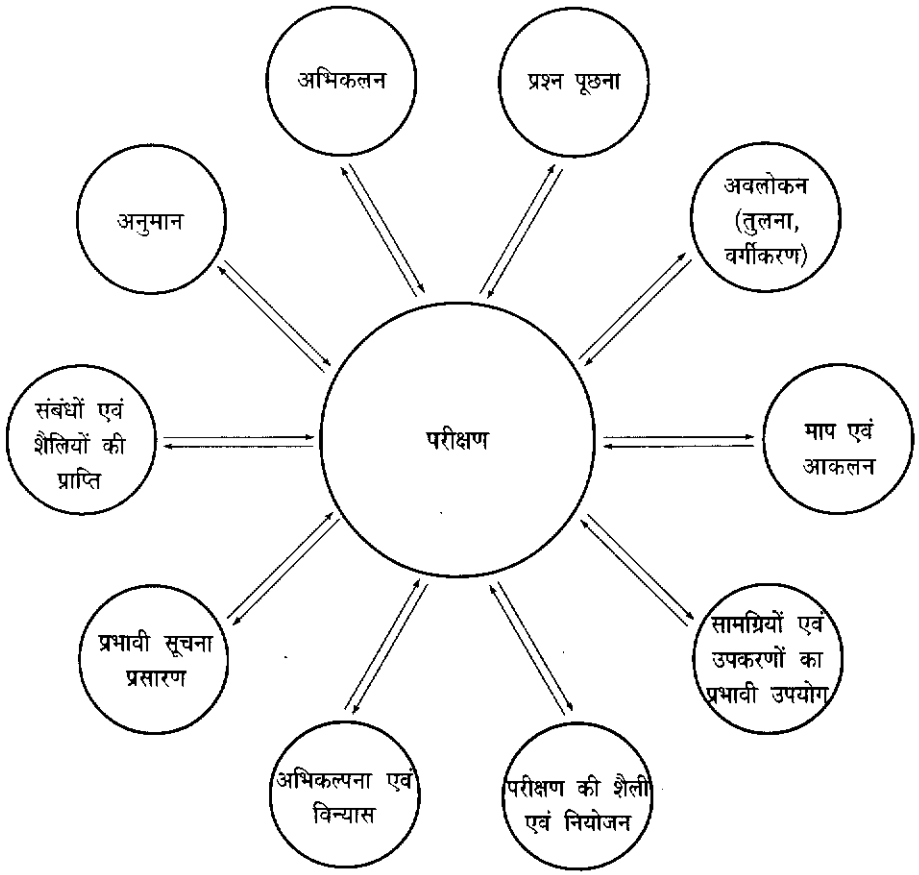
- खाद्य एवं कृषि;
- स्वास्थ्य;
- पारंपरिक औषधियां;
- वायु;

- ऊर्जा के स्रोत;
- पर्यावरण संरक्षण;
- जल;
- उद्योग।

इनके अध्ययन से मौलिक परिकल्पनाएं विकसित की जा सकती हैं। वस्तुतः जब बच्चे सुपरिचित और रुचिकर परिवेश में किसी विचार को प्रायोगिक रूप से परखते हैं तो उसे बेहतर समझते हैं। प्रयोग के बिना उसी विचार को समझना उनके लिए कठिन होता है।

विज्ञान के अध्ययन में क्रिया-कौशल के उद्देश्य

क्रिया-कौशल को नीचे दिए गए चित्र के रूप में व्यक्त करना उपयोगी साबित हुआ है। चित्र में क्रिया-कौशलों के उपयोग में किसी प्रकार के वरीयता क्रम एवं सामान्य क्रमबद्धता के संकेत नहीं हैं। यहां यह भी स्पष्ट है कि ये क्रिया-कौशल एक संपूर्ण प्रक्रिया, वैज्ञानिक अन्वेषण, के अंग हैं। व्यवहार में इनके उपयोगों को अलग-अलग करके पहचान पाना प्रायः कठिन होता है परंतु एक विश्लेषणात्मक तरीके से



इनका विकास सुलभतया किया जा सकता है। विभिन्न क्रिया-कौशलों एवं अन्वेषण की संपूर्ण प्रक्रिया के बीच संबंध की व्याख्या से यह स्पष्ट है कि 'अन्वेषण' को भी एक कौशल क्यों नहीं माना गया है? वस्तुतः 'अन्वेषण' शेष सभी कौशलों का सम्मिश्रण है।

विज्ञान अध्ययन की प्रवृत्ति से संबद्ध उद्देश्य

विज्ञान के प्रायोगिक अध्ययन के लिए बहुत-सी प्रवृत्तियों का होना जरूरी है। इनमें से कुछ हैं : परस्पर सहयोग, धैर्य, ईमानदारी, सावधानी, खुला दिमाग, जिज्ञासा, सोच में लचीलापन और समालोचना की क्षमता। ये विज्ञान के अध्ययन ही नहीं अपितु सामान्य जीवन में भी मूल्यवान हैं। वास्तव में ये प्रवृत्तियां मानवीय व्यवहार का सामान्य पक्ष हैं जो किसी विशेष ढंग से क्रिया या प्रतिक्रिया करने की हमारी इच्छा को व्यक्त करती हैं। फिर भी, प्रायोगिक अध्ययन के लिए हम कुछ विशेष मूल्यों की पहचान करते हैं, जैसे :

- प्रमाण एकत्र कर, उनके उपयोग करने की इच्छा;
- नए प्रमाणों के आधार पर अपनी सोच को बदलना (इसके लिए व्यापक सोच और खुला दिमाग चाहिए);
- कार्य-प्रणालियों को बारीकी से जांचना-परखना (समालोचनात्मक चिंतन)।

अध्याय 2

प्रायोगिक विज्ञान : एक नई शुरुआत

परिचय

यह अध्याय शिक्षकों और बच्चों द्वारा विज्ञान के कुछ प्रायोगिक अन्वेषण और तकनीकी ढंग से समस्याओं का हल करने से संबद्ध है।

वैसे शिक्षक जिन्होंने पहले कभी विज्ञान नहीं पढ़ाया हो, या बहुत कम पढ़ाया हो, या जिन्होंने बच्चों के साथ वैज्ञानिक प्रयोग नहीं किया हो, इस प्रकार का कार्य शुरू करने में आत्मविश्वास की कमी का अनुभव करेंगे।

अकसर शिक्षकों को प्रायोगिक विज्ञान के आनंद का अनुभव ही नहीं होता है। शायद यही उनके आत्मविश्वास की कमी का मुख्य कारण बन जाता है। इसीलिए हम यहां विज्ञान और तकनीकी की कुछ ऐसी समस्याओं से अपनी बात शुरू करेंगे जिन्हें शिक्षक स्वयं हल कर सकें। बाद में हम आत्मविश्वास की कमी के अन्य कारणों, जैसे, कक्षा के प्रबंधन और संसाधनों की कमी पर चर्चा करेंगे। पर सबसे पहले यह समझना जरूरी है कि प्रायोगिक विज्ञान या वैज्ञानिक गतिविधि है क्या? यह एक ऐसी समझ है जो अंतर्मन में जागृत होती है और व्यक्तिगत अनुभव से विकसित होती है।

ऐसे शिक्षकों के लिए आगे चार प्रयोग दिए गए हैं जो उन्हें बतौर *वयस्क शोधकर्ता* करना चाहिए। यहां उन्हें बच्चों की भांति कार्य नहीं करना चाहिए क्योंकि प्रयोग की ये समस्याएं वास्तविक हैं और इनका समाधान वयस्क स्तर पर होना चाहिए। बाद में इन्हीं प्रयोगों को बच्चों के साथ भी किया जाएगा। समस्याओं का हल ढूंढ़ने में बच्चों और बड़ों के तरीकों में कुछ समानताएं होंगी, तो कुछ अंतर भी होंगे। वैज्ञानिक विकास की चर्चा के दौरान हम इस विषय पर और विचार करेंगे।

विज्ञान और तकनीकी के कुछ प्रयोग

इसके लिए तीन-चार लोग मिलकर एक समूह में काम करें तो अच्छा है। समूह इस प्रकार हो कि एक व्यक्ति आपके प्रयोगों (गतिविधियों) का रिकॉर्ड रखे, ताकि क्या किया गया इस पर सभी एक मत हों। सभी लोग अपनी बात रखें और हरेक के विचारों को कार्यरूप दिया जाए।

प्रयोग 4 को छोड़ कर बाकी सभी में निर्दिष्ट सामग्रियों के अतिरिक्त अन्य सामग्रियों का भी इस्तेमाल कर सकते हैं।

प्रयोग 1

सामग्रियां : चार अलग-अलग प्रकार के कपड़ों की कतरनें। इन्हें या तो पुराने कपड़ों से, या फिर नए कपड़ों की बची हुई कतरनों से लिया जा सकता है। इसके अलावा रेत से भरे बर्तन में खड़ी मोमबत्ती, माचिस, लोहे का पतला नंगा तार और कपड़े सुखाने वाली चिमटियां।

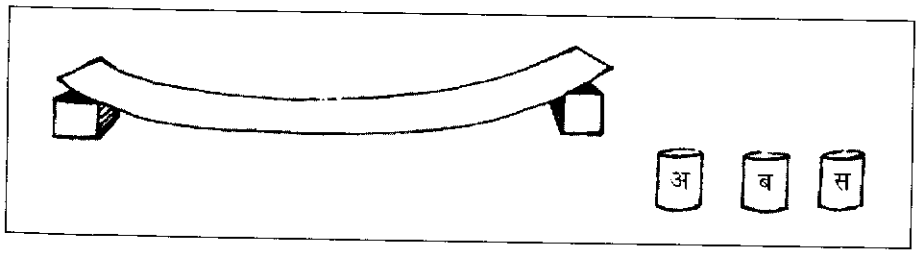
प्रश्न : किस कपड़े में आग पकड़ने का सबसे कम का खतरा है?

कपड़ों के नमूनों पर प्रयोग करके, और उनके व्यवहार देखकर इस प्रश्न का उत्तर मालूम करना है। संभव है पहले आप आपस में चर्चा करके 'आग से खतरे' का मतलब स्पष्ट करें। यहां जानबूझ कर इसका एक निश्चित अर्थ नहीं दिया गया है ताकि आप इसके विभिन्न अर्थों पर विचार करें और तदुपरांत कपड़ों के नमूनों के साथ अलग-अलग प्रयोग भी करें। प्रत्येक परीक्षण पर विचार और सहमति, तथा आवश्यक सावधानी बरतने के बाद ही प्रयोग करें। एक परीक्षण करने के बाद रुके नहीं, अपितु यह देखें कि क्या अलग-अलग प्रयोगों के नतीजे कुछ भिन्न आते हैं।

अपना परीक्षण खत्म करने के बाद एक रिपोर्ट तैयार करें। अन्य सदस्यों के नतीजों का भी लेखा लोगों को दें।

प्रयोग 2

सामग्रियां : एक पतली लकड़ी का टुकड़ा या कार्ड की 120 सेमी. x 40 सेमी. की पट्टी, जो बीच में कमान जैसी मुड़ी हो तथा लेबल (अ, ब और स) लगे टीन के एक-जैसे बेलनाकार तीन डब्बे लें (अ में सूप, ब में राजमा/लोबिया और टिन स में मांस होगा)।



प्रश्न : पहले टिन अ और ब को वक्र पट्टी के एक सिरे पर रखकर छोड़ें। जब तक वे रुक न जाएं उन्हें देखते रहें। ऐसा ही पहले अ और स टिनों, और फिर स और ब टिनों के साथ करें। क्या आपको डब्बों की आगे-पीछे होने की गति में कुछ अंतर दिखाई पड़ा? इसके क्या संभावित कारण हो सकते हैं, उनका परीक्षण करें। इसकी हर संभव व्याख्या करने की कोशिश करें। साथ ही, कोई एक ऐसा प्रयोग करने की सोचें जिसे आप दी गई सामग्रियों से नहीं कर सकते हैं।

डब्बों की अलग-अलग गति की तुलना आप किस प्रकार कर रहे हैं, इस पर विचार करें। अनेक ऐसी संभावनाएं भी हैं जिनके परिणाम एक जैसे नहीं निकलेंगे। डब्बों की गति अलग-अलग क्यों है इस

बात पर भी व्यापक चर्चा करें। टीन के साथ आप अपने हर विचार का परीक्षण करके देखें। तब बाकी विचारों के परीक्षण की योजना बनाएं (या जो विचार आपको सही लगें उनकी पुष्टि करें)। अपनी योजना में इंगित करें कि आप क्या इस्तेमाल करेंगे (जैसे विभिन्न वस्तुओं से भरे डब्बे); उनके साथ क्या करेंगे और; परिणाम जानने के लिए आप क्या मापेंगे या तुलना करेंगे? अब अगर सही उपकरण उपलब्ध हों तो आप अवश्य परीक्षण करें बशर्ते आपका पूरा समूह एक विस्तृत योजना पर सहमत हो गया हो।

प्रयोग 3

सामग्री : कुछ भी नहीं।

गतिविधि : आप बाहर जाएं और वहां प्राकृतिक परिवेश में एक छोटे जीव को ढूंढें। आप उसे तब तक हिलाएं या छुएं नहीं जब तक कि उसे आसानी से देखना संभव हो। उस जीव का वहीं अध्ययन करें।

समूह के सभी सदस्य जीव से संबंधित उठने वाले हरेक प्रश्नों को लिखें। फिर सब प्रश्नों को मिलाकर एक लंबी सूची बनाएं और प्रत्येक प्रश्न पर चर्चा करें। हो सकता है किसी व्यक्ति की टिप्पणी से, किसी अन्य व्यक्ति के प्रश्न का उत्तर मिल जाए। परंतु अगर ऐसा नहीं हो तो प्रत्येक प्रश्न का उत्तर कैसे खोजा जाए, इस बात पर चर्चा करें। विशेषकर आप ऐसे प्रश्नों को चुनें जिनका उत्तर जीव की सूक्ष्म जांच-परख से मिल सके। आपको इसके लिए क्या करना होगा यह सोचें, और अगर पर्याप्त समय हो तो जीव के पास रहकर ही अपने सवालों के जवाब ढूंढ़े।

प्रयोग 4

सामग्रियां : अखबार के कुछ पन्ने, एक कंचा और एक बोतल का ढक्कन। इसके अलावा अन्य किसी प्रकार की सामग्री इस्तेमाल नहीं करें।

समस्या : 20 मिनट के अंदर आप सिर्फ अखबार के पन्नों से जितना संभव हो सके, उतना ऊंचा ढांचा बनाएं। ढांचा ऐसा हो कि उसके ऊपर टिके उल्टे ढक्कन में कंचा रह सके।

समूह को इन निर्देशों के अनुसार ढांचा बनाना है। इसे बनाते वक्त समय सीमा को भी ध्यान में रखना है जिससे उपलब्ध समय में ढांचे को पूरा किया जा सके।

प्रयोगों पर विचार

इन प्रयोगों में आपने स्वयं वैज्ञानिक और तकनीकी रूप से कुछ सोच-विचार और अध्ययन किया है, और कुछ सीखा है। इन्हें करते समय आपको खुशी का अनुभव जरूर हुआ होगा। काम में खुशी मिलना बहुत ही उत्साहवर्द्धक है। अध्ययन और अध्यापन के दौरान हमें इसका ध्यान रखना चाहिए। प्रायोगिक अध्ययन कितना आनंददायक होता है यह अनुभव करना भी जरूरी है। सचमुच जब विचार और भौतिक क्रियाएं (व्यवहार) आपस में मिलते हैं तो एक रहस्योद्‌घाटन-सा होता है।

अलग-अलग प्रयोगों पर चर्चा करने से पहले हम सामूहिक क्रियाकलापों पर विचार करेंगे। इनकी कुछ सामान्य विशेषताएं हैं, जैसे : (1) इनका संबंध वास्तविक समस्याओं और घटनाओं से था; (2) इनमें

दैनिक प्रयोग में आने वाली सामग्रियों और उपकरणों का इस्तेमाल हुआ; (3) इनमें काफी चर्चा और प्रयोग करने पड़े; (4) इन समस्याओं को कई अलग-अलग तरीकों से हल किया जा सकता था; (5) इनमें कोई पूर्व-निर्देश नहीं थे–'क्या' और 'कैसे' प्रयोग किया जाए यह गतिविधि का एक अभिन्न अंग था; और (6) प्रत्येक प्रयोग से अन्य विषय-वस्तु के साथ प्रयोग करने का तरीका प्राप्त हुआ।

प्रयोग 1 उन सभी क्रियाओं का एक नमूना था जिनमें सामग्रियों के बीच तुलना की जाती है। 'कौन-सा कपड़ा सबसे अधिक अग्नि-रोधक है?' यह पूछने की बजाय प्रश्न हो सकता था 'बरसाती बनाने के लिए कौन-सा कपड़ा सबसे उपयुक्त होगा?' या 'शरीर को गर्म रखने के लिए कौन-सा कपड़ा सबसे अच्छा होगा?' या फिर 'ठंडा रखने के लिए कौन-सा कपड़ा सबसे अच्छा होगा?' आदि।

कपड़े की जगह अलग-अलग प्रकार के कागज के टुकड़े हो सकते थे और उनके लिए प्रश्न चुने जा सकते थे जैसे 'कौन-सा कागज पानी सोखने के लिए सबसे अच्छा होगा?' या 'पार्सल की सुरक्षा के लिए कौन-सा कागज सर्वश्रेष्ठ होगा?'। इसी प्रकार विभिन्न खेलों के लिए उपयुक्तता के आधार अलग-अलग गेंदों की तुलना कर सकते हैं या फिर खिलौने वाली नाव या मेज बनाने के लिए विभिन्न प्रकार की लकड़ियों की तुलना की जा सकती है। ठंडा करने की क्षमता के लिए विभिन्न पत्तियों की तुलना और बांधने के लिए पौधों के रेशों की तुलना की जा सकती है।

इन सभी गतिविधियों में, एक वस्तु की दूसरे के साथ तुलना करने में 'ईमानदारी' बरती गई है। यहां 'ईमानदारी' से तात्पर्य है तुलना की जाने वाली वस्तुओं की सटीक, पक्षपात रहित जांच-परख करना। शायद आपने कपड़ों की कतरनों के परीक्षण में इस बात को ध्यान में रखा हो और हरेक टुकड़े को एक समान तरीके से ही जलाया हो। इसके लिए आपने एक नाप के कपड़ों के टुकड़ों को एक ही स्थान पर जलाया होगा, जहां हवा का बहाव एक-जैसा हो और जलने की प्रक्रिया पर उसका भिन्न असर नहीं पड़े। इस प्रकार आपने अलग-अलग बाहरी घटकों को नियंत्रित किया होगा, अर्थात् आप उन्हें एक-समान रखने का प्रयास कर रहे थे, जिससे कि उनका प्रभाव कपड़ों के सभी नमूनों पर एक समान पड़े।

ऐसी समस्याओं में जानबूझकर शब्दों का अर्थ पूर्णतया स्पष्ट नहीं किया जाता है, ताकि परीक्षक स्वयं उस पदार्थ के विशेष गुणधर्म को पहचानने की कोशिश करे। उदाहरण के लिए, समस्या यह होगा कि, 'बरसाती बनाने के लिए कौन-सा कपड़ा उचित होगा? न कि 'किस कपड़े में सबसे कम पानी अंदर रिसेगा?'। इस प्रकार समस्या का हल ढूंढ़ना कुछ कठिन, और इसलिए एक सार्थक काम लगता है।

प्रयोग 2 भी बहुत-सी क्रियाओं में एक है। यहां शुरुआत किसी ऐसी घटना से होती है जिसे वास्तविक रूप में आसानी से देखा और परखा जा सके। वह भी उन्हीं उपकरणों से या समरूप उपकरणों से। यहां 'जो देखा है' उसकी व्याख्या पर विशेष जोर है। यद्यपि दैनिक घटनाओं की सरल वैज्ञानिक व्याख्या करना अकसर कठिन होता है, परंतु ऐसी व्याख्या तो दी ही जा सकती है जो वास्तविकता के करीब हो, और प्रमाणों पर खरी उतरती हो। बेहतर व्याख्या की दिशा में यह महत्त्वपूर्ण कदम होगा। बहुत-सी स्थितियों में कई सरल व्याख्याएं संभव होती हैं; जिनका परीक्षण करके, सर्वश्रेष्ठ को चुना जा सकता है।

लुढ़कने वाले टिनों की गति में अंतर जानने के लिए आपने कई बातों पर ध्यान दिया होगा, जैसे, उनके अलग-अलग भार, डब्बे के आकार या उनके अंदर के पदार्थों का घनत्व। दिए गए डब्बों से आप अपने विचारों का परीक्षण एक सीमा तक कर सकते हैं परंतु गति में अंतर का कौन-सा कारण प्रमुख है यह जानने के लिए बेहतर होगा कि आप कुछ अन्य डब्बों में विभिन्न पदार्थों को भरकर प्रयोग करें।

हालांकि इस गतिविधि का असली उद्देश्य डब्बों की गति में अंतर का सही कारण जानना नहीं है ,बल्कि नाना प्रकार की संभावनाओं पर विचार करना है। और यह समझना है कि कई एक-से उत्तर हो

सकते हैं जिनमें बहुतों को त्यागने की अनिवार्यता है। यही वैज्ञानिक गतिविधि का सार है (जिसकी चर्चा अध्याय 1 में की गई है)। वस्तुतः समझ तब विकसित होती है जब विचारों को परिमार्जित किया जाता है, और प्राप्त प्रमाण विचारों का सत्यापन करते हैं।

बच्चे इसी प्रकार अन्य सामान्य घटनाओं की भी जांच कर सकते हैं। उनके अवचेतन मन में वयस्कों की भांति सवालों के धुंधलाए-से 'सही' उत्तर नहीं होते। उदाहरण के लिए, वयस्कों को इस बात की अस्पष्ट जानकारी होती है कि अचानक बारिश या तूफान के आने पर खिड़कियों के शीशे पर ओस की बूंदें क्यों जम जाती हैं ?

इस घटना के कारणों पर बच्चों के कई मत होंगे जो शायद हमको अटपटे लगें। परंतु इन मतों की जांच के लिए हमें सही और 'ईमानदार' प्रयोग करने चाहिए। टिन के खाली डब्बे में बर्फ डाल कर इस घटना के प्रभाव को पैदा किया जा सकता है। परंतु डब्बे का लेबल हटा दिया जाए जिससे कि उसका चमकीला भाग दिखने लगे।

प्रयोग 3 में एक ऐसी विधि की चर्चा है जिसको अलग-अलग प्रकार की सामग्री के साथ उपयोग में लाया जा सकता है। दरअसल, ज्ञान के विस्तार का पहला कदम है प्रश्न पूछना। यह प्रवृत्ति हमें अपने अज्ञान से अवगत कराती है और ज्ञान के विस्तार का पथ प्रशस्त करती है। सजीवों से इतर, अन्य वस्तुओं जैसे चट्टानों, कंकड़ों और सीपियों, चिड़ियों के घोंसलों, मधुमक्खियों के छत्तों (पुराने छोड़े हुए), या कोई पुराना औजार या मशीन जो अब उपयोग में नहीं लाया जा रहा हो, के बारे में भी ऐसे प्रश्न पूछे जा सकते हैं। परंतु हरेक ऐसे प्रश्नों का वैज्ञानिक परीक्षण संभव नहीं होगा क्योंकि इसके लिए अतिविस्तृत क्षेत्र पर ध्यान देना होगा। आगे अध्याय 8 में प्रश्नों के प्रकार और उनके माध्यम से परीक्षण पर विशेष चर्चा होगी।

प्रश्नों पर सामूहिक चर्चा निम्न बातों के कारण बहुत महत्त्वपूर्ण है : (1) इससे हरेक को लगता है कि मात्र वही अज्ञानी नहीं है, बल्कि हर कोई कुछ नया सीखने को उत्सुक है; (2) अन्य लोगों की टिप्पणियों, या पूर्व ज्ञान से, कुछ प्रश्नों के उत्तर तुरंत मिल जाते हैं; (3) दूसरों को प्रश्न समझाते समय, जो प्रश्न थोड़े अस्पष्ट होते हैं उनमें स्पष्टता आ जाती है, और इससे उत्तर खोजने में मदद मिलती है; और (4) तब लोग, अपने प्रश्नों के साथ-साथ शायद दूसरों के प्रश्नों में भी रुचि लेने लगते हैं।

प्रश्नों के उत्तर कैसे पाएं? जब इस बात पर चर्चा होगी तो यह पता चलेगा कि कुछ के उत्तर गहन अवलोकनों और अन्वेषणों से मिल जाएंगे। ये प्रश्न ही वस्तुतः विज्ञान से संबद्ध हैं, तथा इन्हें अन्य प्रश्नों से अलग रखना चाहिए। सीखने के दौरान, सभी प्रकार के प्रश्न पूछने को प्रोत्साहन मिलना चाहिए। हां, विज्ञान के अध्ययन में वैज्ञानिक प्रश्नों को महत्त्वपूर्ण स्थान दिया जाना चाहिए।

प्रयोग 4, पहले तीनों प्रयोगों से अलग है। यह अन्वेषण और परीक्षण पर बल नहीं देता है। इसमें एक वास्तविक समस्या का, साधनों और समय की सीमाओं के अंदर, समाधान ढूंढ़ना है। दरअसल यह तकनीकी समस्या है। आपने अखबार के कागज की मीनार बनाने में अवश्य ही ढांचों और सामग्री की कुछ जानकारी इस्तेमाल की होगी (मिसाल के लिए आपको शायद पता होगा कि कागज की एक तह इतनी मजबूत नहीं होगी परंतु उसे मोड़कर आप मजबूती प्रदान कर सकते हैं)। आपके सामने एक निश्चित लक्ष्य था और उस तक पहुंचने में कई अड़चनें भी थीं। एक निश्चित समय सीमा में आपने निर्धारित भार सहनेवाली मीनार बनाकर समस्या का हल खोज निकाला। हो सकता है आपकी बनाई हुई मीनार देखने में बहुत सुंदर और पुख़्ता न हो।

तकनीकी का मूल तत्त्व है–निर्धारित सीमाओं में, समस्या के समाधान के लिए जो संभव हो वह करना।

विज्ञान का मूल तत्त्व है–किसी भी घटना या सिद्धांत के कारणों की, प्रमाणों पर आधारित, सबसे सही समझ हासिल करना।

ऐसी कई समस्याएं हैं जो हमें तकनीकी प्रक्रिया का अनुभव प्राप्त करने का अवसर दे सकती हैं। वह भी सस्ती, सरल चीजों के उपयोग से। उदाहरणार्थ, गत्ते से पुल बनाना, या कोई ऐसा जुगाड़ बनाना जिससे कि एक कच्चे अंडे को फर्श पर गिराया जाए और वह न टूटे; या पैर से दरवाजा खोलने का कोई जुगाड़। रोजमर्रा की जिन्दगी में ऐसी समस्याएं मात्र कल्पना की उड़ान नहीं हैं। ऐसी समस्याएं आती रहती हैं और अकसर उनके हल के लिए कोई तकनीक भी उपलब्ध होती है। ऐसी समस्याएं वैज्ञानिक गतिविधियों में भी आती हैं (उदाहरण के लिए, आपने कपड़ों की कतरनों को जलाने की तकनीकी समस्या को हल किया होगा)। अतः तकनीक विज्ञान के लिए महत्त्वपूर्ण है और विज्ञान तकनीक के लिए। तकनीक से जीवनोपयोगी ज्ञान मिलता है। परंतु विज्ञान और तकनीक एक-दूसरे पर निर्भर रहते हुए भी अलग-अलग हैं। बच्चों को दोनों की गतिविधियों का अनुभव होना और उनके बीच के अंतर को धीरे-धीरे समझना जरूरी है।

बच्चों के साथ मिलकर प्रयोग

अब आप बच्चों के साथ कम-से-कम पहला प्रयोग तो करें ही और अगर संभव हो तो ऊपर बताए गए चारों प्रयोग करें। इसके लिए आप पहले से तैयारी करें, परंतु बच्चों को बहुत करीब से निर्देश न दें। प्रयोग 1 में सुझाए संगठन के तरीके को, थोड़ा फेरबदल करके आप अन्य प्रयोगों के लिए भी इस्तेमाल कर सकते हैं।

गतिविधि 1 के लिए संगठन

अगर बच्चे माचिस और मोमबत्तियों के साथ सावधानी से काम करने के लिए बहुत छोटे हों तो आप ऊपर सुझाए प्रश्नों में से एक को बदल दें। कम-से-कम 3 और अधिक-से-अधिक 5 के बच्चों के समूह बना लें। ज्वलनशील कपड़े कितने खतरनाक हो सकते हैं इस समस्या से बच्चों को अवगत कराएं (अगर आपने कोई अन्य समस्या चुनी हो तो उसके बारे में भी बताएं)।

निम्न बातों को ध्यान में रखें :

- उन्हीं शब्दों का उपयोग करें जो सभी बच्चे समझ रहे हों यानी उनसे परिचित शब्दों का ही इस्तेमाल करें;
- बच्चे समस्या को समझें;
- आप सामान्य समस्याओं से शुरू करें और फिर बच्चों के परीक्षण वाली विशेष समस्या पर चर्चा करें (यहां पर स्वयं द्वारा एकत्र विभिन्न कपड़ों के परीक्षण की बात करें);
- बच्चे यह समझें कि उत्तर पाने के लिए उन्हें परीक्षण करना होगा (आसानी से अनुमान नहीं लगाना है)।

बच्चों में प्रयोग की सामग्रियां और उपकरणों को बांटने से पहले, उन्हें मिलकर काम करने, सहयोग करने और काम के बारे में चर्चा करने की सलाह दें। वे महत्त्वपूर्ण बातों को अवश्य अपनी कापी में लिखें क्योंकि बाद में उन्हें अपने काम के बारे में दूसरों को बताना पड़ेगा। उन्हें बताना पड़ेगा कि उन्होंने क्या

किया?

काम शुरू होने के बाद कुछ समय तक बच्चे कपड़ों को छूएंगे और देखेंगे। उन्हें काम लक्ष्यहीन लग सकता है। पर वे जल्दी से समस्या का हल भी सुझा सकते हैं। बच्चों को शुरुआत की खोज के लिए समय दें। अगर वे कोई सतही उत्तर दें तो आप उस पर भी सामूहिक चर्चा करें–बच्चों से उत्तर का आधार, और प्रमाण जानने की कोशिश करें। बच्चों का परीक्षण सही या 'ठीक' है, इस बात पर चर्चा करें। बच्चे एक-दूसरे के साथ प्रतिस्पर्द्धा न करें और दौड़ में प्रथम आने की प्रवृत्ति से बचें। आप प्रत्येक समूह में जाएं और उनकी प्रगति को देखें। अगर आवश्यक हो तो गतिविधि को आगे बढ़ाते हुए प्रश्न पूछें जैसे– कपड़ों का सही परीक्षण किस प्रकार हो सकता है और बच्चे जिस गुणधर्म का अध्ययन कर रहे हैं उसकी तुलना या माप कैसे की जाए?

बच्चों को सावधानी के सभी नियमों का पालन करते हुए अपने परीक्षण करने दें।

बच्चे जब प्रयोग कर रहें हों तो आप एक समूह से दूसरे में जाएं और वहां प्रगति का जायजा लें। अगर आपको उनकी गतिविधि में कुछ समझ में नहीं आ रहा है तो उनसे सवाल पूछें। बल्कि समूहों में काम चलता रहे इसके लिए कुछ प्रश्न पूछना उपयोगी होगा। 'क्या आपने यह किया है?' की जगह 'आप इसे कैसे करेंगे?' जैसा सवाल पूछना ज्यादा उपयुक्त होगा। परंतु अगर बच्चों ने, चर्चा के बाद खुद कोई तरीका सोचा हो, तो उन्हें उनके अनुसार काम करने दें, भले ही आपको यह ठीक न लगे। बाद में, चर्चा के दौरान आप बच्चों से, उनकी अपनी विधि पर टीका-टिप्पणी; और उनमें सुधार करने को कह सकते हैं और सबसे अच्छी विधि की ओर इशारा कर सकते हैं।

परीक्षण खत्म करने से पहले बच्चे अपने अन्वेषणों की एक रिपोर्ट तैयार करें। उन्होंने क्या किया यह लिखने के लिए एक समय सीमा निर्धारित करें। रिपोर्ट प्रस्तुत करने और चर्चा करने के तरीके उपलब्ध साधनों और बच्चों के अनुभव पर निर्भर करेंगे (अध्याय 7 देखें)। प्रत्येक समूह अपने काम को दर्शाने के लिए एक पोस्टर बना सकता है और इसे सभी लोग देख सकते हैं। कोई एक समूह अपने काम के बारे में बता सकता है और बाकी बच्चे उससे प्रश्न पूछ सकते हैं (बाकी गतिविधियों में दूसरे समूह अपने काम के बारे में मौखिक जानकारी देंगे)।

चर्चा गतिविधियों का एक महत्त्वपूर्ण भाग है और इसमें न तो जल्दबाजी करनी चाहिए और न ही इससे कतराना चाहिए। इससे बच्चों को मौका मिलता है कि वे :

- अपने काम पर चिंतन और मनन कर सकें;
- अपनी गलतियों से सीख सकें;
- वैकल्पिक सुझाव सुन सकें;
- नम्रतापूर्वक रचनात्मक सुझाव दे सकें और दूसरों की समालोचनात्मकता टिप्पणियां सुन सकें।

कक्षा का इस प्रकार नियोजन करें जिससे बच्चे आराम से बैठकर पूरी गतिविधि देख सकें। उन्हें चर्चा का उद्देश्य भी बताएं। फिर एक समूह से काम का वर्णन करने को कहें, और बाकी बच्चों से उनसे प्रश्न पूछने को कहें कि उन्होंने क्या किया और क्या पाया। अपनी टिप्पणियां सबसे अंत में दें और बच्चों के प्रयासों की शुरुआत सकरात्मक और प्रशंसात्मक शब्दों में करें। समूह के सदस्यों को स्वयं अपनी आलोचना करने का मौका दें। उनसे पूछें कि अगर उन्हें परीक्षण का दुबारा मौका मिले तो वे अपनी प्रयोग-विधि में क्या-क्या परिवर्तन करेंगे। अपने ही परीक्षणों द्वारा हल खोज निकालने के उनके आत्मविश्वास को बढ़ाने का भरसक प्रयत्न करें।

अध्याय 3

वैज्ञानिक गतिविधि क्या है?

परिचय

यहां हम पिछले अध्याय की प्रायोगिक गतिविधियों से कुछ कदम पीछे हटकर विचार करेंगे। हम गतिविधियों के उन आवश्यक तत्त्वों को पहचानने का प्रयास करेंगे जो बच्चों को विज्ञान सीखने का मौका प्रदान करते हैं।

गतिविधियों की समीक्षा के लिए जांच सूची

नीचे दिए गए सवालों को किसी भी प्रायोगिक गतिविधि के बारे में पूछा जा सकता है। अध्याय 2 में जो गतिविधियां आपने की हैं जरा उनके बारे में सोचें, और स्वयं से पूछें कि क्या आप किसी बिंदु पर निम्नलिखित कार्यों में शामिल थे :

1. वस्तुओं और सामग्रियों के रख-रखाव और उनके उपयोग में?
2. घटनाओं और सामग्रियों के गहन अवलोकन में?
3. आंख के अलावा अन्य इंद्रियों के उपयोग में?
4. अलग-अलग चीजों से कुछ करके देखने, और बनाने में?
5. सामान को उनकी समानता और भिन्नता के आधार पर अलग-अलग छांट कर समूहों में रखने में?
6. जो हो रहा था उसके बारे में चर्चा करने में?
7. जो घट रहा था उसके संबंध में लिखने में?
8. जो हुआ और जो आपने पाया उसे दूसरों को बताने में?
9. जो आपने पाया और जो दूसरों ने पाया उसकी तुलना करने में?
10. गतिविधियों में लगभग पूरे समय व्यस्त रहने /रम जाने में?
11. सामग्रियों और अन्वेषणों के संबंध में प्रश्न पूछने में?
12. खोज के दौरान जो जानकारी मिली उस पर मनन-चिंतन करने में?

आप चाहे किसी भी गतिविधि के बारे में सोचें परंतु इन सभी प्रश्नों का उत्तर आपको 'हां' में ही मिलेगा। इसका मतलब है कि आपको अवलोकन, उपकरणों से काम, चर्चा के साथ-साथ आपने क्या किया

और पाया, उसे दूसरों को बताने का अनुभव मिला होगा।

परंतु यह सब बातें कई अन्य प्रायोगिक गतिविधियों में भी हो सकती हैं जो शायद वैज्ञानिक न हों। ऊपर के प्रश्नों का उत्तर 'हां' में होना उन अनुभवों के वैज्ञानिक गतिविधि होने की संभावनाएं दिखाता है। परंतु ये संभावनाएं कुछ हद तक साकार हुईं या नहीं इसके लिए हमें कुछ और जांच-परख करनी होगी।

अभी तक जो प्रश्न हैं वे केवल अवलोकन, संप्रेषण और व्यवहार की प्रक्रियाओं से ही संबंध रखते हैं और रोजमर्रा की कई क्रियाओं के अभिन्न अंग हैं। ये प्रक्रियाएं वैज्ञानिक गतिविधियों के लिए वांछनीय और जरूरी हैं, परंतु उसके लिए कोई विशिष्ट महत्त्व नहीं रखती हैं। वैज्ञानिक गतिविधियों को अन्य क्रियाओं से अलग करने वाले, विशिष्ट पक्षों की पहचान के लिए हमें कुछ अन्य सवाल पूछने पड़ेंगे।

अपने-आप से पूछें कि क्या गतिविधि करते समय आपने कभी :

13. ऐसा प्रश्न उठाया है जिसका हल पुनर्जांच से मिल सके?
14. किसी घटना को समझाने के लिए कोई संकल्पना की है?
15. समस्या के समाधान के लिए कोई संबद्ध परीक्षण सुझाया है या जांच के दौरान उठे किसी प्रश्न के लिए कोई प्रयोग सुझाया है?
16. निष्पक्ष जांच-परख के लिए जिन चरों को एक समान रखा जाना है उन्हें पहचाना और नियंत्रित किया है?
17. क्या मापना है और किससे तुलना करनी है, इसका निर्णय लिया है?
18. सही प्रकार के उपकरणों से माप लिया है?
19. अवलोकनों के शुद्धिकरण के लिए, जहां जरूरी हो वहां, उपकरणों का उपयोग किया है?
20. वैज्ञानिक अवधारणाओं या विचारों का इस्तेमाल किया है?
21. तालिका, ग्राफ, बार-चार्ट और इसी प्रकार के अन्य पद्धतिगत तरीकों से खोजी हुई जानकारी को दर्ज किया है?
22. परिणामों में नियमितता या नमूने खोजने का प्रयास किया है?
23. प्रमाणों पर आधारित परिणाम निकाला है?
24. जो नई बातें पता चली हैं उनकी तुलना पुरानी मान्यताओं के साथ की है?
25. प्रमाणों का उल्लेख करके अपने परिणामों का सत्यापन किया है?
26. अपने परिणामों की पुष्टि के लिए प्रयोग को दोहराया है?
27. परिणामों में त्रुटियों या अनिश्चितताओं के स्रोतों को पहचाना है?
28. जांच के वैकल्पिक तरीकों को अपनाना, या उन पर चर्चा की है?

बाद के ये प्रश्न कतिपय पक्षों को उजागर करते हैं जो वैज्ञानिक जांच के लक्षण हैं। पिछले प्रश्नों की सूची की तुलना में ये कुछ अधिक आगे जाते हैं। इनमें समान प्रयोग करने की दक्षताओं (न केवल उनके इस्तेमाल के बारे में), किसी कार्य को करने के पीछे के कारण, जांच की नियमितता और नियंत्रण के बारे में प्रश्न पूछे गए हैं। क्या जांच में सही परिणाम मिलने के लिए कदम उठाए गए? क्या जांच में वैज्ञानिक अवधारणाओं और जानकारी का उपयोग हुआ, और क्या उनका विकास हुआ?

बच्चों की गतिविधियों के लिए जांच सूची का उपयोग करना

आपने बच्चों के साथ जो गतिविधियां की हैं उनका पुनरावलोकन करें और बच्चों ने जो किया उनके बारे में आप उनसे 1 से 12 तक के प्रश्न पूछें।

यह संभव है कि स्वयं गतिविधि करने के दौरान आपको जितने 'हां' मिले हों उतने बच्चों के साथ शायद न मिलें। अगर यह बच्चों के लिए ठोस चीजों से गतिविधि करने का पहला मौका है तो काफी प्रश्नों का उत्तर 'न' में मिलने से आप आश्चर्यचकित न हों। इस सूची के इस्तेमाल का प्रमुख उद्देश्य समस्याओं को पहचानना और सीखने के अवसरों को बढ़ावा देना है। नीचे कुछ सुझाव दिए गए हैं जो कुछ नकारात्मक (नहीं) उत्तरों को समझने में सहायक होंगे :

क्या हो रहा था	*संभावित कारण*
बच्चों ने सामग्रियों का प्रयोग नहीं किया	क्या सब बच्चों के लिए पर्याप्त सामान था? क्या बच्चों को ऐसा लगा कि वे सामान को छू सकते हैं और उसका इस्तेमाल कर सकते हैं?
बहुत सीमित अवलोकन	क्या दी गई समस्या में बच्चों की वाकई कोई रुचि थी? क्या उनका ध्यान किसी दूसरी तरफ आकर्षित था?
कम सवाल उठाना	क्या बच्चों का मन रमने के लिए और उन्हें अपनी ही क्रियाओं से जांचने के लिए कुछ और समय की आवश्यकता थी?
कम चर्चा	क्या कक्षा में चुपचाप बैठे रहने की और ज्यादातर काम बताए जाने की उन्हें आदत पड़ गई थी?

ऊपर की कई समस्याओं का हल यह है कि बच्चे प्रायोगिक गतिविधियों में और अधिक समय बिताएं और उन्हें खुद के विचारों को जांचने के लिए प्रोत्साहन मिले। अगर जांच का तरीका ऐसा हो जो प्रेरित करे और जिसमें बच्चों की रुचि हो तो उससे अवश्य मदद मिलेगी। उसे जिंदगी की असली समस्याओं से (उदाहरण के लिए, नन्हे-मुन्नों के लिए सुरक्षित कपड़ों के उपयोग का महत्त्व या कुछ छोटे जीव-जंतुओं के रहने और बच्चे देने का स्थान जानना), या किसी अन्य मजेदार चुनौती से जोड़ा जाए। या किसी ऐसे प्रश्न से जोड़ा जाए जो मनोरंजक हो या फिर किसी दूसरे काम से उपजा हो।

कक्षा का एक हिस्सा ऐसा हो जहां बच्चे अपने खाली क्षणों में कुछ चीजों को देख सकें, उनसे खेल सकें और उन पर अचरज कर सकें। शिक्षक बच्चों को इस संग्रह के लिए भिन्न-भिन्न चीजें और नमूने लाने के लिए प्रेरित कर सकते हैं और जिस विषय को कक्षा में पढ़ाया जा रहा हो उससे ही संबंधित वस्तुओं की प्रदर्शनी भी लगाई जा सकती है।

प्रश्न 13 से 28 में उठाए गए मुद्दे सभी क्रियाओं में तो नहीं मिलेंगे, परंतु जैसे-जैसे बच्चों की वैज्ञानिक समझ बढ़ेगी और वे शोध करने लगेंगे वैसे-वैसे वे बच्चों के अनुभव के सामान्य अंग बन जाएंगे।

अगर बच्चों के पहले वैज्ञानिक शोध के बाद, आपको प्रश्न 13 से 28 तक के उत्तर 'हां' में मिलें तो आपको आश्चर्यचकित या उदास नहीं होना चाहिए। ऐसा कोई जादू नहीं है जो परिस्थिति को चुटकी में बदल दे। वास्तव में इस पुस्तक का असली उद्देश्य इसी काम में सहायता करना है।

जांच सूची के उद्देश्य

सूची का उद्देश्य किसी गतिविधि या अनुभव पर कोई फैसला सुनाना नहीं है। इसके द्वारा गतिविधियों में उपस्थित वैज्ञानिक पहलुओं को पहचानना है और जो पहलू नहीं हैं उन्हें विकसित करना है।

इस सूची के कई अन्य उपयोग भी हैं और हम इसका आगे कई बार उल्लेख करेंगे। इसके कुछ उपयोगों के उदाहरण इस प्रकार हैं :

- बच्चों द्वारा की गई किसी भी गतिविधि की इस सूची से समीक्षा की जा सकती है। सूची की मदद से यह सवाल पूछा जा सकता है कि 'यह गतिविधि किस सीमा तक वैज्ञानिक है?' आमतौर पर जितने अधिक उत्तर 'हां' में मिलेंगे उतनी ही अधिक विज्ञान अध्ययन की संभावना होगी।
- जहां विज्ञान की पढ़ाई संपूर्ण पाठ्यक्रम का एक अंग है या विषय आधारित है वहां यह 'देखो और बताओ' के स्तर पर बना रह सकता है। यहां विज्ञान का पाठ पढ़ने मात्र को वैज्ञानिक गतिविधि समझने की गलती भी की जा सकती है। जब बच्चों के काम का इस सूची के आधार पर मूल्यांकन होगा तो उनमें निहित वैज्ञानिक क्रियाओं का सही पता चलेगा।
- बच्चों की गतिविधियों को चुनने में भी इस सूची का उपयोग किया जा सकता है। गतिविधियों द्वारा विज्ञान अध्ययन की संभावनाओं को उजागर करने में भी यह सूची सहायक होगी।
- गतिविधियों को करते या अपनाते समय इस सूची की मदद से आप कक्षा की कार्य योजना में अनेक नई संभावनाएं जोड़ पाएंगे।

(अध्याय 12 में, गतिविधियों के मूल्यांकन और उसमें शिक्षक की भूमिका पर पुनर्चर्चा की गई है और विस्तार से मूल्यांकन के मापदंडों को समझाया गया है)।

गतिविधियों का चयन और अनुकूलन

विज्ञान की पढ़ाई में हरेक गतिविधि के हमेशा दो उद्देश्य होते हैं : एक ओर बच्चों के वैज्ञानिक कौशल और प्रवृत्ति का विकास और दूसरी ओर उनकी वैज्ञानिक अवधारणाओं का विकास। चूंकि कौशल और प्रवृत्ति किसी भी विषय-वस्तु के लिए उपयोग में लाया जा सकता है इसलिए उन्हें विषय-वस्तु के चयन का आधार नहीं बनाया जा सकता है। किस प्रकार की अवधारणाएं विकसित करनी है, विषय-वस्तु का चयन इसी पर निर्भर करता है। दरअसल, अवधारणाओं का चयन अकसर स्कूल का पाठ्यक्रम तय करता है। वैसे, पाठ्यक्रम बदलते रहते हैं परंतु जैसा कि अध्याय 1 में सुझाया गया है कुछ बुनियादी, सर्वमान्य अवधारणाओं को इसमें सम्मिलित किया जाता है। हवा से संबंधित अवधारणा इसमें से एक है। इसलिए हम यहां इसका एक उदाहरण लेंगे।

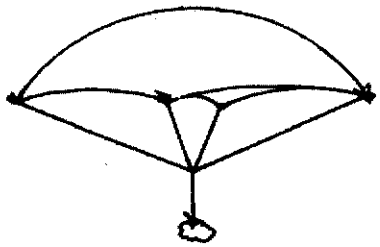
सबसे पहले इस गतिविधि को करें–जिसमें एक पैराशूट बनाना है। इसे यहां इस प्रकार प्रस्तुत किया गया है जैसा कि बच्चों के वर्कशीट में होता है।

पैराशूट

- मजबूत प्लास्टिक की शीट से 14 सेमी. भुजा का वर्ग काटें।
- 14 इंच लम्बी डोर के 4 टुकड़े काटें।
- डोर के सिरों को प्लास्टिक के कोनों पर कस कर बांधें या टेप से चिपकाएं।
- डोर के मुक्त सिरों को इकट्ठा कर एक गांठ बांधें। सभी डोरों की लंबाई एक समान हो, इस बात का ध्यान रखें।
- इस गांठ में 6 इंच लंबी एक डोर बांधें।
- इस डोर के निचले छोर पर कोई भार, जैसे लोहे का वाशर बांधें।
- अब डोरों को पैराशूट के मध्य तक लाएं। फिर प्लास्टिक को दबाकर एकदम चपटा करें।
- पैराशूट को अब दो बार मोड़ें।
- डोरों को प्लास्टिक के चारों ओर ढीला लपेट लें।
- पैराशूट को ऊपर हवा में उछालें।

परिणाम : पैराशूट हवा में खुलेगा और भार के साथ धीरे-धीरे नीचे आएगा।

क्यों? पहले भार गिरता है, जिससे डोरियां खुल जाती हैं। पैराशूट हलका होता है इसलिए उसे हवा थामे रहती है। फिर हवा प्लास्टिक में भर जाती है और परिणामतः नीचे आने की गति धीमी पड़ जाती है। अगर पैराशूट बहुत तेजी से नीचे आ रहा हो तो भार के लिए किसी हलकी चीज का प्रयोग करें।



अभी आपने जो कुछ किया है उस पर जांच सूची में सुझाई गई बातों को लागू करके देखें। आप कितनी बातों पर सही का निशान लगा पाए?

सही संख्या काम के संदर्भ पर निर्भर करेगी। आप पाएंगे कि 1 से 12 तक के प्रश्नों में से आप सिर्फ चार या पांच पर ही निशान लगा पाए हैं और दूसरी सूची में किसी पर भी नहीं। ऐसा क्यों हुआ इसके बारे में सोचना उपयोगी होगा। इस प्रयोग में सीखने के अवसर इतने कम क्यों हैं?

इस गतिविधि में दिए गए निर्देश आवश्यक हैं क्योंकि जब तक हाथ में कार्यशील पैराशूट का मॉडल नहीं होगा तब तक आप आगे कोई प्रयोग नहीं कर पाएंगे। परंतु उसके बाद दी गई जानकारी चर्चा और लेखन पर रोक लगाती है। चूंकि 'सही' उत्तर दिया गया है इसलिए सीखने वाला अपने विचारों के अनुसार कुछ नहीं कर पाएगा। यहां पर बच्चों को अवधारणा की सही समझ के लिए अपने अलग-अलग डिजायन

बना कर उड़ाने का भी कोई मौका नहीं है। इस अनुभव में सीखने की अनेकों संभावनाएं थीं परंतु उन्हें संकुचित कर, एक बात तक ही सीमित कर दिया गया है। यह अनुभव कई अवधारणाओं, जैसे गुरुत्वाकर्षण, संतुलित और असंतुलित बल, गति और त्वरण, हवा का प्रतिरोध और विभिन्न चीजों के गुणधर्मों की चर्चा का विषय बन सकता था।

इस क्रिया को किस प्रकार बदला जाए जिससे कि इस अनुभव में सीखने की संभावनाएं बढ़ सकें? इसके लिए यहां एक सुझाव है। इसकी शुरुआत भी पहले की तरह ही होगी। उसके बाद शिक्षक चाहें तो अपने प्रश्नों और सुझावों को लिखित वर्कशीट की बजाय मौखिक रूप में पेश कर सकते हैं। परंतु यहां पर उन्हें लिखना जरूरी होगा।

- मजबूत प्लास्टिक की शीट में से 14 इंच भुजा का वर्ग काटें।
- डोर के सिरों को प्लास्टिक के कोनों पर कस कर बांधें या टेप से चिपकाएं।
- डोर के मुक्त सिरों को इकट्ठा कर एक गांठ बांधें। सभी डोरों की लंबाई एक समान हो इस बात का ध्यान रखें।
- इस डोर के निचले छोर पर कोई भार, जैसे लोहे का वाशर बांधें।
- अब डोरों को पैराशूट के मध्य तक लाएं। फिर प्लास्टिक को दबा कर एकदम चपटा करें।
- पैराशूट को अब दो बार मोड़ें।
- डोरों को प्लास्टिक के चारों ओर ढीला लपेट लें।
- पैराशूट को ऊपर हवा में उछालें (अगर संभव हो तो उसे ऊंचाई से गिराएं)।

क्या हुआ? क्या हरेक के पैराशूट ने एक जैसे करतब दिखाए? हरेक के पैराशूट के नीचे आने में क्या समानता है? और क्या अंतर है? ऐसा क्यों है?

जब आप किसी भार, जो पैराशूट से अलग हो, ऊपर हवा में फेंकते हैं तो क्या वह पैराशूट से जुड़े भार की तरह ही धीरे-धीरे नीचे आता है या फिर तेजी से?

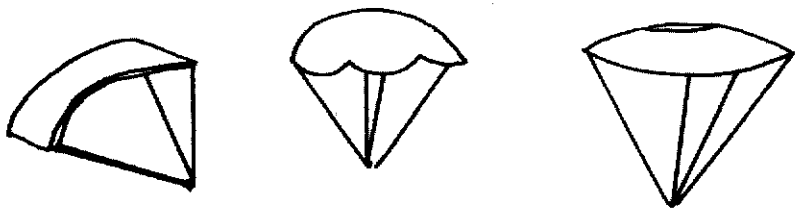
आप इसे करके देखें।

ऐसा क्यों होता है इसकी चर्चा अपने पूरे समूह के साथ करें।

अगर पैराशूट का आकार बड़ा या छोटा होगा, तो क्या आपकी राय में कुछ फर्क पड़ेगा?

अलग-अलग पैराशूट कितनी तेजी से नीचे गिर रहे हैं इस बात की आप जांच कैसे करेंगे?

विभिन्न आकार के पैराशूट किस गति से नीचे आ रहे हैं इसका आप लेखा-जोखा रखें। हरेक पैराशूट के साथ कई बार प्रयोग करें।



अपने परिणामों और अन्य समूहों के नतीजों को देखें। क्या आपको इन नतीजों में कोई नमूना नजर आया (एक चीज का दूसरे के साथ संबंध)?

अगर पैराशूट अलग आकृतियों के हों तो (असली पैराशूट कभी भी चौकोर नहीं होते हैं)? कुछ में छेद होते हैं। कुछ अलग-अलग चीजों के बने होते हैं।

इनमें से कुछ सुझाव अपनाएं और देखें कि आपका पैराशूट कितनी अच्छी तरह गिरता है।

जांच शुरू करने से पहले उसकी योजना बनाएं। पैराशूट के अच्छी तरह से नीचे गिरने का क्या अर्थ है इसके बारे में गहराई से सोचें (क्या गिरने की गति ही इसका एकमात्र मापदंड होगा?)। पैराशूट आमतौर पर कहां इस्तेमाल होते हैं इसके बारे में भी सोचें। इसको आप किस प्रकार मापेंगे? आप यह कैसे सुनिश्चित करेंगे कि आपकी जांच 'सही' है (अर्थात् यदि आप अलग-अलग कपड़ों के साथ जांच कर रहे हैं और कोई अंतर है तो वह अलग कपड़े के कारण ही होगा)?

एक रिपोर्ट लिखें जिससे कि अन्य समूहों को आपकी जांच का पता चल सके। दूसरों के अनुभवों को सुनकर क्या आप अपनी योजना को बेहतर बनाने, और अधिक शुद्ध परिणाम लाने की बात सोच सकते हैं?

अपने परिणामों और सोच के आधार पर एक ऐसे पैराशूट का डिजायन सुझाएं जो बहुत धीमे, इधर-उधर बहके बिना नीचे को आए।

और क्या तथ्य हैं जो पैराशूट के गिरने में अंतर ला सकते हैं? आप अलग-अलग मौसम की कल्पना करें और मालूम करें कि आपका पैराशूट तेज हवा और बारिश में कैसे काम करेगा।

आपके मन में अगर कोई और विचार हों तो उन्हें अवश्य करके देखें।

संशोधित पैराशूट की गतिविधियों पर अब आप सूची में सुझाए प्रश्नों को पूछें।

संभवतः, आप पाएंगे कि अधिकांश प्रश्नों का उत्तर अब 'हां' में होगा। लोगों को इस बात पर आपत्ति हो सकती है कि संशोधित गतिविधियों में मूल क्रियाओं की अपेक्षा अधिक समय लगता है। परंतु इसमें सीखने की संभावनाएं भी तो कहीं अधिक हैं। महत्त्वपूर्ण बात है कि मूल गतिविधियों में इस प्रकार के अनुभव प्रदान करने और अध्ययन की संभावनाएं ही नहीं हैं। उसी प्रकार की और क्रियाएं करने की बजाय अब इसमें गुणात्मक परिवर्तन की आवश्यकता है। अगर इस प्रकार के अनुभवों को एक साथ रखा जाए तो शायद संशोधित गतिविधियां सीखने में बच्चों को अधिक समय नहीं लगे। इसके कारण हैं (1) सीखने के बहुत सारे उद्देश्यों की एक साथ पूर्ति हो रही है और (2) जो कुछ भी ज्ञान अर्जित किया जा रहा है वह खोज से और ठोस चीजें करके ही हासिल किया जा रहा है। ऐसा ज्ञान क्योंकि प्रामाणिक होता है इसलिए इस प्रकार के ज्ञानार्जन में समझदारी होती है।

समय के बंधनों के कारण कक्षा में इस प्रकार की कुछ गतिविधियां ही कर पाना संभव होगा। इसलिए, सीख के अत्यधिक अवसर प्रदान करने के लिए इन गतिविधियों को सोच-विचार के बाद चुनना होगा। इस महत्त्वपूर्ण विषय को हम विस्तार से अध्याय 12 में देखेंगे।

अध्याय 4

वैज्ञानिक क्रिया-कौशल एवं प्रवृत्तियां

परिचय

छूने, बनाने, देखने, प्रश्न पूछने और व्याख्या करने जैसे सामान्य क्रिया-कौशलों के माध्यम से बच्चे अपने परिवेश के साथ परस्पर संबंध जोड़ते हैं। वे इन सामान्य क्रिया-कौशलों का जितना अधिक विकास करेंगे उतना ही खुद अपनी क्रियाओं से सीख पाएंगे और अपने आसपास की दुनिया की भौतिक और जैविक प्रक्रियाओं की असली समझ हासिल कर पाएंगे। प्रक्रिया-क्षमताओं के जरिए ही बच्चे जांच-परख कर प्रमाण जुटा पाएंगे और अपनी अवधारणाओं का विकास कर पाएंगे। अध्याय 1 में हमने देखा कि अवधारणाओं के विकास में क्रिया-कौशल की अहम भूमिका होती है। अगर बच्चे वस्तुओं के साथ *वैज्ञानिक* तरीके से संबंध नहीं स्थापित करते हैं और अपने कौशल का भरपूर इस्तेमाल नहीं करते हैं तो शायद उनके मन में बनी मान्यताएं वैज्ञानिक न हों और वे प्रमाणों को समझाने में भी असमर्थ हों। उदाहरण के लिए, 'बाकी अन्य सब चीजों के एक समान होने पर' भी अगर कोई जांच 'सही' प्रकार से तुलना नहीं कर पाती है, तो इससे हम किसी गलत निष्कर्ष पर पहुंच सकते हैं।

बच्चों में क्रिया-कौशल विकसित हों इसके लिए हमारे पास सशक्त कारण हैं और इस काम में हमें पूरी लगन और उद्देश्य के साथ बच्चों की सहायता करनी चाहिए। अध्याय 1 में जिस वैज्ञानिक प्रवृत्ति का जिक्र किया गया था, उस पर भी यही बात लागू होती है। इसमें प्रमाणों के उपयोग, लचीलेपन, खुले दिमाग और बारीकी से जांच-परख और चिंतन की बात महत्त्वपूर्ण है। लोग अपने व्यवहार में बदलाव लाएं और प्रमाणों को वैज्ञानिक आधार पर एकत्र करें और उनका उपयोग करें। जब तक दृष्टिकोण में बदलाव नहीं आएगा तब तक वे क्रिया-कौशलों का पूरा लाभ नहीं उठा पाएंगे।

ये सारी बातें महत्त्वपूर्ण हैं। वस्तुतः, जहां एक ओर इनकी सामान्य प्रकृति के बारे में आम सहमति है, वहीं सूक्ष्म स्तर पर इनकी परिभाषाएं बहुत अस्पष्ट हैं। कभी-कभी लोग 'परिकल्पना' शब्द का उपयोग करते हैं और वे यह समझते हैं कि बाकी लोग उनके विचारों से सहमत होंगे, जबकि ऐसा नहीं होता है। कभी 'परिणाम' और 'नतीजे' जैसे शब्दों को एक-दूसरे का पर्यायवाची समझा जाता है और कभी इन शब्दों के बिलकुल अलग अर्थ लगाए जाते हैं। समस्या का एक कारण है, इन शब्दों का एक आम 'दैनिक' अर्थ होता है जो अस्पष्ट होता है; इनका दूसरा अर्थ विज्ञान के विशेष संदर्भ में होता है।

न तो ऐसे शब्दों को पूरी तरह से हटाना संभव होगा और न ही उनकी सर्वमान्य, सार्वभौमिक परिभाषाएं ही ढूंढ़ना। हम इन वैज्ञानिक क्रिया-कौशलों का गतिविधियों के दौरान ही वर्णन करेंगे जिससे कि शिक्षक उन्हें पहचानें और उन्हें अपनी कक्षा के बच्चों के साथ कर पाएं। यहां पर हमारी रुचि ऐसी परिभाषाओं में होगी जो व्यावहारिक हों। उन क्रिया-कौशलों में जिनका गतिविधि विशेष के दौरान वर्णन किया जा सके और जिन्हें अनुभव के आधार पर समझा जा सके।

इस अध्याय में, प्रायोगिक स्तर पर क्रिया-कौशलों को खोजने की कोशिश होगी। इसे आधार बनाकर हम बच्चों के क्रिया-कौशलों और प्रवृत्तियों के विकास में सहायता कर पाएंगे—और यही अगले अध्याय का विषय है।

प्रयोगशाला में क्रिया-कौशल का विकास

नीचे जिन छोटी क्रियाओं का वर्णन किया गया है उनसे शिक्षकों को व्यवहार में वैज्ञानिक क्रिया-कौशल का इस्तेमाल करने का अवसर मिलेगा। किसी कार्यशाला में इन्हें करने के बाद इनका विश्लेषण और इन पर चिंतन करना चाहिए। साथ में हरेक शिक्षक को, कौशल संबंधी अपनी मान्यताओं को बदलने और विकास करने का मौका मिलना चाहिए।

यह नितांत आवश्यक है कि गतिविधियों पर केवल सैद्धांतिक चर्चा न हो परंतु उन्हें *अनुभव* किया जाए। इसलिए गतिविधियों को करने का हर संभव प्रयास हो। प्रत्येक गतिविधि के साथ सरल उपकरणों और निर्देशों का उल्लेख किया गया है। इन गतिविधियों को किसी भी क्रम में किया जा सकता है और इन्हें कहीं से भी शुरू किया जा सकता है। इसलिए, सभी सहभागी मानो 'सर्कस' के गोले में, एक साथ घूम सकते हैं।

इन गतिविधियों को करते समय आपका अगर एक साथी हो तो अच्छा। गतिविधि के दौरान आप किस क्रिया-कौशल का उपयोग कर रहे हैं, इस पर भी विचार करें। अकसर आपको एक से अधिक क्रिया-कौशल नजर आएंगे। शायद आप सबसे अधिक प्रयोग में लाए जाने वाले क्रिया-कौशल को पहचान पाएं और उसके महत्त्व के लिए उसे कुछ विशेष अंक दे पाएं। शुरू करने से पहले आप इस प्रकार की तालिका बनाएं :

सर्कस की वस्तु / क्रिया-कौशल	1	2	3	4	आदि
अवलोकन					
संकल्पनाएं					
आदि					

क्रिया-कौशलों का सर्कस

प्रत्येक गतिविधि के उपकरण का वर्णन किया गया है। उसे संकेतों के अनुसार स्थापित करें और बक्सों में कार्डों पर लिखे निर्देशों को उपकरण के पास रखना चाहिए।

1. मोमबत्ती जलने के बाद कैसी दिखेगी पहले इसका चित्र अपनी कल्पना से बनाएं। चित्र को लेबल करें।
अब मोमबत्ती को जलाएं।
दुबारा चित्र बनाएं। पहले चित्र और इसके बीच में क्या अंतर है?

उपकरण : स्टैंड में लगी मोमबत्ती। माचिस।

2. एक मिनट में नल से टपकती पानी की बूंदों को इकट्ठा करके मापें।
एक पूरा दिन में कितना पानी बर्बाद जाएगा उसका हिसाब लगाएं।

उपकरण : 10 या 25 मिली. का मापक सिलिंडर। स्टॉप-वाच या स्टॉप क्लाक, जो टपकते नल के पास खुली हो।

3. आपके पास तीन अलग-अलग प्रकार की मिट्टियों के नमूने हैं। किस मिट्टी में अधिक पानी है इसे आप कैसे मालूम करेंगे?
आप किस प्रकार जांच करेंगे उसका वर्णन लिखें।

उपकरण : कुछ भी नहीं।

4. वेल्क्रो के एक साथ दो टुकड़े लें। उन्हें अलग करने की कोशिश करें। एक टुकड़े को उल्टा/दिशा बदल कर इस्तेमाल करें। अब चार समरूप डिब्बे बनाएं और उनमें चित्र बनाकर वेल्क्रो के काम करने के तरीके को समझाएं।

उपकरण : दो समरूप छोटे (लगभग 10 सेमी. लंबे) वेल्क्रो के टुकड़े। एक आतशी-शीशा (हैंड-लेंस)।

5. दो दर्पणों को एक कोण पर रखें जिससे कि बीच में रखे टिकट के प्रतिबिंबों को देखा जा सके।
प्रतिबिंबों को गिनें और कोण को मापें।

कोण को बदलें। प्रतिबिंबों को दुबारा गिनें।
इसे 30, 45, 60 और 90 अंशों के कोणों के साथ दोहराएं।
क्या आपको प्रतिबिंबों की संख्या और दर्पणों के कोण (अंशों) के बीच कोई रिश्ता दिखाई दिया? (शायद ग्राफ बनाने से कुछ सहायता मिले।)
अपने परिणामों के आधार पर अनुमान लगाएं कि जब कोण 9, 49 और 78 अंश के होंगे तो कितने प्रतिबिंब दिखेंगे? आपका अनुमान कितना सही निकला इसकी जांच करें।

उपकरण : एक सिरे पर प्लास्टीसीन से जुड़े दो खड़े दर्पण जिन्हें कब्जे की तरह फैलाया और सिकोड़ा जा सके। उनके बीच में रखा एक डाक टिकट। कोणमापी।

6. बोतल को दबाएं और 'ड्रापर' को देखें।
बोतल को दबाने पर आपको 'ड्रापर' में क्या परिवर्तन नजर आते हैं?
आप इसे बड़े ध्यान से देखकर समझाएं कि यह कैसे काम करता है।

उपकरण: मिनरल वाटर की पारदर्शी, कम से कम एक लीटर क्षमता वाली प्लास्टिक की बोतल, 90 प्रतिशत पानी से भरी हुई। उसके अंदर पानी से भरा एक ड्रापर। ड्रापर *सिर्फ* पानी में तैरे इसके लिए उस पर प्लास्टीसीन चिपकाएं जिससे बोतल को दबाने पर ड्रापर डुबकी लगाए।

7. टिन के एक खाली डब्बे में बर्फ डालें।
डब्बे के बाहर की सतह को देखें।
आपको जो कुछ भी दिखाई दे उसके जितने संभव कारण हों उन्हें लिखें।

उपकरण : साफ, खाली, चमकीला, बिना ढक्कन का टिन का डब्बा। बर्फ के कुछ टुकड़े।

8. कागज की एक पट्टी लें और उसके एक सिरे को सीधा करके पानी में डुबो दें।
दो मिनट के बाद देखें कि क्या हो रहा है।
आपको जो कुछ दिखाई दिया उसके आधार पर कुछ प्रश्न लिखें।
प्रश्नों की समीक्षा करें और देखें कि कौन-से प्रश्नों के उत्तर जांच द्वारा प्राप्त किए जा सकते हैं।

उपकरण : बीकर या पानी से भरा बर्तन। सोख्ता कागज या छन्ना कागज की पट्टियां (लगभग 1 सेमी. x15 सेमी.)।

9. किसी पेड़ की टहनी को देखें।
ऐसे चिन्हों को तलाशें जो बतलाते हों कि :
- पिछले सालों में टहनी कितनी बढ़ी है (टहनी के चारों ओर के वलय निशानों को देखें);
- जो निशान टहनी के चारों ओर नहीं जाते हैं उनके स्थान पर पहले क्या था;
- जो कलियां हैं उनका बाद में क्या बनेगा।

उपकरण : टहनी जिस पर कलियां हों और निशान हों, परंतु फूल और पत्तियां न हों; हैंड-लेंस।

10. क्या अलग-अलग प्रकार की सतहों पर खिलौने को रखने से उसके आगे जाने की दूरी में अंतर पड़ेगा? यह जांचने के लिए निम्न तालिका भरें।

क्या बदलेगा	क्या पूर्ववत रहेगा	क्या मापा जाएगा

उपकरण : जरूरी नहीं, परंतु एक चाबी से चलने वाला खिलौना दिया जा सकता है (इस गतिविधि में केवल *योजना* बनानी है, कुछ करना नहीं है)।

11. कागज से टंके एक सतह पर चाबी से चलने वाला एक खिलौना चाबी के एक चक्कर में 7 सेमी. आगे, दो चक्करों में 18 सेमी. आगे, और तीन चक्करों में 28 सेमी. आगे जाता है (ये तथ्य दिए गए हैं और इन्हें आप ऐसे ही स्वीकार करें)।
इन नतीजों को आप इस प्रकार दर्शाएं जिससे कि चार चक्करों में खिलौना कितनी दूर जाएगा इसका अनुमान लगाया जा सके।

उपकरण : चाबी से चलने वाला एक खिलौना। खिलौना धीमे चलने वाला हो तो अच्छा।

12. दो अलग-अलग भार के लोलक (पेंडुलम) हैं। प्रयोग से यह मालूम करें कि क्या लोलक के हलके या तेज दोलन की प्रवृत्ति उसके भार पर निर्भर करती है।
क्या आप अपने नतीजों से, और काम करने के तरीके से एकदम संतुष्ट हैं?
अगर नहीं, तो जांच को बेहतर बनाने के सुझाव दें जिससे जो परिणाम निकलें उनसे आपकी संतुष्टि हो।

उपकरण : एक स्टैंड जिसमें जमीन के समानांतर एक भुजा हो जिससे लोलकों के लिए दो धागे लटके हों। दो लोलक हों--एक हलका और दूसरा भारी।

क्रिया-कौशलों के 'सर्कस' पर चर्चा

जब हरेक जोड़ी ने सर्कस और तालिका भरने का काम पूरा कर लिया हो, तब विस्तार से एक चर्चा होना जरूरी है जिससे कि क्रिया-कौशलों के अर्थ को गहराई से समझा जा सके। यह चर्चा किसी एक जोड़ी द्वारा किए गए प्रयोगों और प्राप्त परिणामों पर आधारित हो सकती है। सर्कस की चीजों को क्रमवार एक के बाद एक करके लिया जा सकता है। पहली जोड़ी अपने नतीजों का सत्यापन करे और फिर अन्य लोगों द्वारा पाए गए अंतरों के बारे में चर्चा हो। वैकल्पिक तरीके में, एक जोड़ी पहली चीज के बारे में, कोई अन्य जोड़ी दूसरी चीज के बारे में रिपोर्ट कर सकती है।

यद्यपि यहां नतीजे ही चर्चा का विषय हैं, परंतु यहां किसी एक चीज को 'सही' करार देना उद्देश्य *नहीं* है। यहां पर पूरे समूह के क्रिया-कौशलों संबंधी समझ में अंतरों और असंगतियों को उजागर करना है। दो बातों से चर्चा और स्पष्ट हो जाएगी। पहली बात, कार्ड पर लिखी गतिविधि की सीमा से लोग कहीं आगे चले जाते हैं–चाहे वह कली को काटने-छांटने की बात हो चाहे कागज की पट्टियों पर पानी के चढ़ने का प्रश्न। इसलिए जो लोग इन गतिविधियों के बारे में चर्चा कर रहे हों वो अपने काम को निर्देशों तक ही सीमित रखें। दूसरी बात, हरेक गतिविधि में 'अवलोकन' और 'संप्रेषण' आवश्यक है और इसके लिए निर्देशों को पढ़ना आवश्यक है। परंतु यहां हमें विज्ञान शिक्षण के संदर्भ में क्रिया-कौशल को देखना है। यहां पर क्रिया-कौशलों के इस्तेमाल से परीक्षण के बारे में अधिक जानकारी हासिल की जा सकती है। इसलिए उन्हें तभी शामिल करना चाहिए जब जानकारी हासिल करने में उनकी कोई विशेष भूमिका हो।

कुछ चीजों पर चर्चा करने में काफी समय खर्च होगा। कौशल से हमारा तात्पर्य क्या है? यह समस्या खड़ी होगी। जब एक बार इन पर आम सहमति बन जाएगी तो बाकी चीजों पर चर्चा तेजी से हो सकेगी। हमें हर समय अपने उद्देश्य को सामने रखना होगा, जो अर्थ पर एक आम राय बनाना है। इसमें सर्कस की गतिविधियां तो वास्तविक क्रियाएं करने और अनुभवों पर आधारित चर्चा का महज एक माध्यम हैं।

कुछ क्रिया-कौशल विवाद का विषय भी बन सकते हैं। यहां पर हम अनुमान लगाने का ही एक उदाहरण ले सकते हैं। कुछ अनुमान जानकारी के आंकड़ों में नमूनों की पहचान पर आधारित होते हैं (शायद कुछ हद तक उनका संबंध 'नमूने और संबंध खोजने' से होता है)। दूसरे अनुमान कुछ कम व्यवस्थित क्रम पर आधारित होते हैं। अनुमानों का पूर्व या वर्तमान अनुभवों पर आधारित होने का सबूत हो जिससे उन्हें अटकलों से साफ तौर पर अलग किया जा सके।

'परिकल्पना' प्रतिपादन की प्रक्रिया में सामान्यतः कुछ चर्चा होती है। उसे अंदाज लगाने से, जैसे 'मेरा अनुमान है कि आज बारिश होगी' अलग करके देखना चाहिए। परिकल्पना (हाईपोथिसिस) एक वाक्य है जो किसी घटना या संबंध की व्याख्या करता है। वैज्ञानिक परिकल्पना का वैज्ञानिक तरीके से परीक्षण किया जा सकता है। दूसरा लक्षण उसकी प्रायोगिक प्रवृत्ति है–परिकल्पना एक *संभावित* व्याख्या है। जब किसी परिस्थिति में, किसी घटना के होने के, एक से अधिक संभावित कारण हों तो वहां परिकल्पना को प्रेरित किया जाना चाहिए।

अब सवाल यह उठता है कि क्या इन गतिविधियों का उपयोग बच्चों के साथ किया जा सकता है। सर्कस की क्रियाओं का डिजायन विशेषकर शिक्षकों के लिए किया गया है। इस प्रकार की अलग-थलग क्रियाएं बच्चों के लिए उपयुक्त नहीं हैं। बच्चे अपनी निजी मान्यताओं के आधार पर इनका परीक्षण नहीं कर पाएंगे। परंतु इन गतिविधियों के कुछ पक्ष बच्चों के लिए शोध के विषय बन सकते हैं। उदाहरण

के लिए, बच्चे जिस चीज को देखने जा रहे हैं, उसे देखने से पहले वे उसका चित्र बनाएं। इस अभ्यास से वे बारीकियों और सूक्ष्म चीजों को देखने के अभ्यस्त होंगे। एक कठिनाई जिसका अधिकांश शिक्षक सामना करते हैं वह है कैसा नियोजन हो जिससे बच्चे प्रश्न पूछ सकें? गतिविधि 8 में इसको उदाहरण देकर समझाया गया है।

क्रिया-कौशलों के ऊपर चर्चा का एक बड़ा लाभ तब होगा जब क्रियाओं की सूची बनेगी और उनमें हरेक क्रिया में उपयोग में लाए गए क्रिया-कौशलों का उल्लेख होगा। इन *सूचकों* के कई लाभ हैं, जैसे :

- शिक्षक इनका उपयोग कर सकते हैं। इसके आधार पर वे देख सकते हैं कि बच्चे किन क्रियाओं में संलग्न हैं और वे किस हद तक कौशल का उपयोग कर रहे हैं ;
- इन्हें गतिविधियों के मूल्यांकन और मार्गदर्शन के लिए उपयोग में लाया जा सकता है। 'क्या ये क्रियाएं बच्चों को नमूने खोजने और अनुमान लगाने का मौका दे रही हैं?' फिर गतिविधियों को समुचित रूप से बदलना जिससे बच्चे वे क्रियाएं करें जिनका सूचकों में उल्लेख है।
- बच्चों के क्रिया-कौशल के विकास में सुझाव देने के लिए। इसकी झलक अगले अध्याय में है।
- उन कार्यों की पहचान के लिए जिन्हें बच्चों के क्रिया-कौशलों के मूल्यांकन के लिए इस्तेमाल किया जा सके (अध्याय 11 देखें)।

ये सूचक चर्चा के बाद ही निकले हैं और इन्हें अधिक महत्त्व नहीं देना चाहिए। यह सूचक अभी भी अपूर्ण हैं और यही इनकी अवस्था का सही द्योतक है। इनसे शुरू करके शिक्षक खुद अपनी सूचियां बना सकते हैं।

क्रिया-कौशल के सूचक

अवलोकन

- सूचना एकत्र करने के लिए इंद्रियों (जितनी भी सुरक्षित एवं उपयुक्त हों) का उपयोग।
- समान दिखने वाली वस्तुओं और घटनाओं के बीच में अंतर पहचान पाना।
- अलग-अलग दिखने वाली वस्तुओं और घटनाओं के बीच समानता खोज पाना।
- उन विस्तृत जानकारियों और बारीकियों पर ध्यान देना जो जांच के लिए जरूरी हों।
- उस क्रम को पहचानना जिसमें एक-के-बाद-एक करके घटनाएं घटती हैं।
- अवलोकनों में से उन अवलोकनों को अलग करना जो समस्या के हल के लिए आवश्यक नहीं हैं।
- ...

सवाल उठाना

- ऐसे प्रश्न पूछना जो जांच और खोजबीन की ओर ले जाएं।
- ऐसे प्रश्न पूछना जो कि परिकल्पना (हाईपोथिसिस) पर आधारित हों।
- ऐसे प्रश्नों की पहचान करना जिनका उत्तर बच्चे खुद अपनी जांच द्वारा खोज सकें।
- प्रश्नों को ऐसे रूप में रखना जो जांच करने की दिशा दर्शाएं।

- इस बात को समझना कि कुछ प्रश्नों को जांच द्वारा हल नहीं किया जा सकता है।
- ...

परिकल्पना

- अवलोकनों या संबंधों की सिद्धांतों और अवधारणाओं के आलोक में व्याख्या करना।
- एक परिस्थिति में अर्जित ज्ञान या अवधारणाओं को दूसरी परिस्थिति की समस्याओं को सुलझाने और समझने के लिए इस्तेमाल करना।
- यह पहचानना कि किसी घटना की एक से अधिक व्याख्याएं संभव हैं।
- प्रमाण इकट्ठा करके व्याख्याओं का परीक्षण करने की पहचान।
- उन व्याख्याओं को सुझाना जिनका परीक्षण किया जा सके, चाहे उन्हें कोई करे या न करे।
- ...

अनुमान लगाना

- प्रमाणों के आधार पर अनुमान लगाना (तुक्के लगाने से अलग। अटकलें प्रमाणों पर आधारित नहीं होती हैं)।
- नमूनों या संबंधों के आधार पर अनुमान लगाना।
- वर्तमान या पूर्व प्रमाणों के आधार पर अनुमान का औचित्य समझाना।
- उपलब्ध प्रमाणों के आधार पर, किसी नमूने की सीमित उपयोगिता को, सामान्य रूप से उपयोगी घोषित करते समय सावधानी बरतना।
- उन स्थितियों में जहां कोई भी जानकारी उपलब्ध न हो, पूर्व नमूनों का उपयोग करना और उनके आधार पर अनुमान लगाना।
- ...

नमूने और संबंध खोजना

- अलग-अलग जानकारियों को इकट्ठा करना (सीधे अवलोकन द्वारा या दूसरे स्रोतों से) और उनके आधार पर किसी तार्किक निर्णय पर पहुंचना।
- जानकारी, तथ्यों, मापों और अवलोकनों में नियमितताओं और नमूनों को खोजना।
- एक घटक और दूसरे घटक के बीच के रिश्ते को पहचानना।
- अनुमान और तार्किक निर्णय के बीच के अंतर को समझना।
- किसी संबंध या रिश्ते को प्रमाणों की कसौटी पर परखना।
- ...

प्रभावशाली संप्रेषण

- अपने [illegible] लिखकर या बोलकर अलग-अलग श्रेणियों और समूहों में रखना और एक विचार को दूसरे के साथ जोड़ने का प्रयास करना।
- दूसरों के विचारों एवं प्रश्नों को सुनना और उन्हें जवाब देना।
- अपनी क्रियाओं और अवलोकनों को लिखना।
- अंतिम परिणामों को रेखाचित्रों, तालिकाओं, चार्ट आदि के माध्यम से प्रदर्शित करना।
- घटनाओं को व्यवस्थित एवं स्पष्ट ढंग से रखना।
- अलग-अलग जानकारी के माध्यमों और स्रोतों का उपयोग करना।
- जानकारी को इस प्रकार पेश करना जिससे दूसरे लोग उसे समझ सकें, इस मुद्दे पर सोचना।
- ...

अभिकल्पना और निर्माण

- चलने वाली चीजें या काम की अन्य ठोस चीजें बनाने के लिए उपयुक्त सामान का चयन करना।
- मॉडल बनते समय उपयुक्त सामान चुनना।
- योजना बनाते समय एक ऐसा वास्तविक डिजायन बनाना जिससे कि किसी वास्तविक समस्या का समाधान हो सके।
- ऐसे मॉडल बनाना जो सफलतापूर्वक चले और सुनिश्चित मापदंडों पर खरा उतरे।
- किसी समस्या के समाधान के लिए बनी योजना या निर्माण कार्य की समीक्षा करना।
- ...

अन्वेषणों का स्वरूप एवं योजना बनाना

- अन्वेषणों के लिए किन उपकरणों और सामग्रियों की आवश्यकता होगी, उनका चयन करना।
- अलग-अलग अवलोकन और माप लेते समय, क्या बदलेगा और क्या बदलना चाहिए इसको पहचानना।
- सही परीक्षण के लिए कौन-से ऐसे घटक हैं जिन्हें समान रहना है, उनको पहचानना।
- क्या-क्या नापना है और किन चीजों की तुलना करनी है, उनकी पहचान करना।
- पहले से ही सोचना कि अलग-अलग माप-तौल, तुलना आदि को किस प्रकार समस्या के हल के लिए इस्तेमाल किया जाएगा।
- जांच के दौरान प्रत्येक चरण को नियमानुसार क्रमबद्ध करना।
- ...

सामग्रियों और उपकरणों का प्रभावशाली उपयोग

- सुरक्षा और प्रभावी होने के लिए सामग्री का दक्षतापूर्वक उपयोग करना।
- औजारों का प्रभावशाली और सुरक्षित इस्तेमाल।
- सजीव चीजों के प्रति संवेदनशील रहना और उनका ख्याल रखना।
- किसी निश्चित योजना के अनुसार अलग-अलग पुर्जों या घटकों को जोड़ना।
- कार्य की जटिलता के अनुसार उचित विधि और बारीकी से काम करना।
- ...

मापना और आकलन करना

- तुलना करते समय या मापते वक्त, किसी मानक या गैर-प्रामाणिक माप के अनुसार माप लेना।
- कार्य को देखते हुए बार-बार माप लेना।
- मापने के उपकरणों का सही तरीके और उचित विधि से इस्तेमाल करना।
- अपने परिणामों का प्रभावशाली तरीके से हिसाब लगाना।
- मापते या हिसाब लगाते समय शुद्धता और बारीकी का ध्यान रखना।
- ...

प्रवृत्तियों के सूचक

क्रिया-कौशलों की अपेक्षा प्रवृत्तियां व्यवहार का एक सामान्य पक्ष है। विभिन्न परिस्थितियों में जब हम अपनी प्रवृत्ति की उपस्थिति दिखा पाएंगे तभी हमें उसकी उपस्थिति का पता चलेगा। जिस प्रकार हम किसी क्रिया में जल्दी से किसी विशेष क्रिया-कौशल को पहचान पाते हैं, वैसा प्रवृत्ति के साथ करना संभव न होगा। दरअसल अध्याय 1 में जिन वैज्ञानिक प्रवृत्तियों की पहचान की गई थी वे शायद सर्कस की सभी गतिविधियों में भी शामिल थीं। इसीलिए किसी विशेष गतिविधि को, एक विशेष प्रवृत्ति के साथ नहीं जोड़ा जा सकता है।

जिस प्रकार हमने क्रिया-कौशलों के सूचकों की पहचान की थी उसी प्रकार हम प्रवृत्तियों के सूचक भी पहचान सकते हैं। पर उन्हें हम किसी एक विशेष गतिविधि पर नहीं, सारी क्रियाओं पर एक साथ लागू करेंगे।

प्रमाण एकत्र करने और इस्तेमाल करने की इच्छा

- जो कुछ भी हुआ उसका ब्योरा देना, चाहे वे अपेक्षा के विपरीत ही क्यों न हों।
- बार-बार सवाल पूछना और उन प्रमाणों की जांच करना, जो बाकी जानकारी और तथ्यों के नमूने में सही नहीं बैठते हैं।
- उन निर्णयों और व्याख्याओं पर सवाल उठाना जो पूरी तरह प्रमाणों पर आधारित नहीं हैं।
- किसी भी व्याख्या को स्वीकार करने से पहले और अधिक प्रमाण एकत्र करने की कोशिश करना।
- ऐसी समझ विकसित करना कि हरेक व्याख्या अस्थायी है और नए प्रमाणों के आधार पर वह बदल सकती है।

प्रमाणों के आधार पर अपने विचारों को बदलने की इच्छा (खुले दिमाग के साथ लोचशीलता)

- जब किसी वर्तमान विचार का खंडन करने वाले सबूत मौजूद हों, तो उस विचार को बदलने के लिए तैयार रहना।
- अपने विचारों के अलावा, अन्य वैकल्पिक विचारों पर भी ध्यान देना।
- प्रमाणों के आधार पर खरे उतरे विचार को तुरंत नहीं स्वीकारना। स्वयं वैकल्पिक विचारों को खोजना।
- प्रमाणों की अच्छी तरह जांच-परख करने के बाद ही वर्तमान विचार को त्यागना।
- जब कोई नया विचार प्रमाणों के आधार पर किसी घटना की बेहतर व्याख्या करे, तो पुरानी मान्यता को बदलने के लिए तैयार रहना।

प्रविधियों की समीक्षा करने की इच्छा (समालोचनात्मक दृष्टि)

- अपने काम की समीक्षा के लिए राजी होना और अपने काम को बेहतर बनाने की बात सोचना।
- वैकल्पिक तरीकों के इस्तेमाल की बात सोचना।
- जांच जिस तरीके से की गई उन पद्धतियों की कमियों और अच्छाइयों के बारे में सोच-विचार करना।
- प्रविधियों को बेहतर बनाने के बारे में स्वयं सोचना।
- योजना बनाते समय ही वैकल्पिक तरीकों के बारे में सोचना और जांच खत्म होने के बाद नहीं, बल्कि जांच के दौरान ही उनकी समीक्षा करना।

अध्याय 5

बच्चों में क्रिया-कौशल और वैज्ञानिक प्रवृत्ति का विकास

परिचय

अध्याय 1 में विज्ञान शिक्षण की चर्चा के दौरान आसपास की दुनिया को समझने के लिए कौशलों की आवश्यकता और उसकी भूमिका पर बल दिया गया था। अवलोकन, सवाल उठाने, संकल्पना करने जैसी प्रक्रियाओं से वर्तमान विचारों को नए अनुभवों के साथ जोड़ा जा सकता है। अनुमान लगाने, जांच की योजना बनाने, नमूने और संबंध खोजने जैसी प्रक्रिया-क्षमताओं का उपयोग करके प्रमाण सहित परिणाम निकाले जा सकते हैं और देखा जा सकता है कि विचार प्रमाणों के अनुरूप हैं या नहीं। इस तरह के प्रयास के साथ पूरी प्रक्रिया अंतिम निर्णय के लिए महत्त्वपूर्ण है और यह निर्णय अंत में विचारों की प्रगति निर्धारित करता है।

अगर बच्चों को किसी जांच की योजना बनाने का मौका मिले तो यह जरूरी नहीं है कि इससे उनकी नियोजन क्षमता का विकास हो ही। परंतु फिर भी बच्चों को ऐसे अवसर मिलें यह आवश्यक है। क्रिया-कौशलों के साथ योजना बनाने की क्षमता को भी अनेकों स्थितियों में इस्तेमाल करके इस क्षमता का विकास किया जा सकता है। इसे ध्यान में रखकर इसके विकास के लिए उचित प्रोत्साहन देने की जरूरत है। ऐसा करने से धीरे-धीरे करके क्रिया-कौशल का भी विकास होगा। इस काम को आगे बढ़ाने में शिक्षक की भूमिका बहुत महत्त्वपूर्ण है।

क्रिया-कौशल अन्य अवधारणाओं की तरह ही, धीरे-धीरे ही विकसित होते हैं। इस अध्याय का उद्देश्य इसी विकास का वर्णन करना और यह इंगित करना है कि इसमें शिक्षक कैसे सहायक हो सकते हैं। इसी तरह हम यहां अध्ययन के लिए महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक प्रवृत्ति के बारे में भी चर्चा करेंगे। यह न केवल सीखने के लिए महत्त्वपूर्ण है बल्कि वयस्क होते बच्चों को भी समर्थ बनाता है जो वैज्ञानिक ज्ञान की शक्ति और इसकी सीमाओं को पहचानते हैं।

क्रिया-कौशल के क्रमबद्ध विकास की प्रकृति

अन्वेषण की अभिकल्पना तथा योजना के विभिन्न तरीके

10 और 11 वर्ष के कुछ बच्चों से यह पूछा गया कि हाथ के नाखून जल्दी बढ़ते हैं या पैर के। उन्होंने अपने-अपने विचार रखे। उनके कुछ विचारों के निचोड़ नीचे प्रस्तुत किए गए हैं। नीचे दी गई योजनाओं को पढ़ने के बाद उन्हें योजना कौशल के विकास के क्रम में व्यवस्थित करें। इसमें पृष्ठ 37 और 38 पर प्रस्तुत योजना सूचक सहायक हो सकते हैं।

ब्रायन : प्रयोग करने के लिए मैं पहले अपने नाखूनों को पूरी तरह काटूंगा और फिर देखूंगा कि कौन-से नाखून तेजी से और जल्दी बढ़ते हैं।

लीसा : तुम अपने हाथ और पैरों के नाखूनों को पूरे एक सप्ताह तक ध्यान से देखो और उनसे जो भी जानकारी मिले उसे चार्ट पर प्रदर्शित करो। इस प्रकार हफ्ते बाद तुम्हें मालूम पड़ जाएगा कि कौन-से नाखून जल्दी बढ़ रहे हैं।

लीरॉय : मेरा प्रयोग होगा कि मैं पहले अपने हाथों और पैरों के नाखून काटूंगा। फिर मैं एक-दो हफ्ते के बाद देखूंगा कि वे कैसे बढ़ रहे हैं और अगर उस समय मेरे पैर के नाखून बड़े हुए तो इसका मतलब है कि वे तेजी से बढ़े हैं।

जॉन : मैं रोजाना उन्हें मापूंगा और देखूंगा कि उनमें से कौन-से तेजी से बढ़ रहे हैं।

कैंडी : दो सप्ताहों की शुरुआत में मैं पहले अपने पैरों के नाखूनों की लंबाई नापूंगी और फिर अपने हाथ के नाखूनों की लंबाई नापूंगी। दो सप्ताह के बाद मैं फिर दुबारा से दोनों को नापूंगी और फिर मुझे मालूम पड़ जाएगा कि क्या मेरे पैर के नाखून, हाथ के नाखूनों की तुलना में तेजी से बढ़ रहे हैं। इसके लिए मैं दो हफ्ते पहले लिए गए माप और दो हफ्ते बाद लिए माप का इस्तेमाल करूंगी।[1]

यहां यह कहना आवश्यक है कि बच्चों द्वारा लिखी गई योजनाएं उनकी सोच का सच्चा द्योतक नहीं हैं। परंतु ऊपर के उदाहरणों से हमें बच्चों में क्रिया-कौशलों के विकास के क्रम की थोड़ी-सी झलक तो मिलती ही है।

विकास के इस क्रम में हमें शुरू के चरण कुछ सतही और बनावटी लगते हैं। यहां क्रिया-कौशल की बारीकी और विशेषता पर ध्यान नहीं दिया गया है और काम के तरीके में नियमबद्धता भी नहीं दिखती है। परंतु जैसे-जैसे विकास होता है वैसे-वैसे क्षमताएं

- अधिक नियमित हो जाती हैं;
- अधिक केंद्रित हो जाती हैं;
- अधिक बेहतर हो जाती हैं;
- अधिक मात्रात्मक हो जाती हैं;
- अधिक चेतन हो जाती हैं।

इन सामान्य रुझानों का हरेक क्रिया-कौशल पर क्या प्रभाव पड़ेगा इसे आगे विस्तार से समझने की कोशिश की गई है। विकास के वर्णन के साथ-साथ उन अनुभवों का भी उल्लेख है जो इस विकास में सहायक हो सकते हैं।

1 वेन हारलेन (संपा.), प्राइमरी साइंस; टेकिंग द प्लंज; हाउ टू टीच प्राइमरी साइंस मोर इफेक्टिवली, पृ. 58, लंदन, हीनमन एजुकेशनल बुक्स, 1985।

बच्चों में क्रिया-कौशल विकसित करने में सहयोग

अवलोकन

बच्चों के अवलोकन कौशल को विकसित करना इसलिए जरूरी है कि इससे वे अपनी सभी इंद्रियों का उपयोग करके, अपनी जांच से संबंधित जानकारी और प्रमाण एकत्र कर पाएंगे। यहां कौशल के विकास में दो पक्ष सम्मिलित हैं : एक तो बारीकियों पर ध्यान देना और दूसरा किसी विशेष जांच के लिए संबद्ध वस्तुओं की पहचान करना।

विकास का पहला संकेत है कि बच्चे स्थूल और मोटी-मोटी बातों की बजाय अब सूक्ष्म लक्षणों पर ध्यान देना शुरू करते हैं। बच्चे जो महसूस कर रहे हैं उसे जानने का हमारे पास कोई तरीका नहीं है इसलिए वे बारीकियों और सूक्ष्म लक्षणों पर कितना ध्यान दे रहे हैं इसका अनुमान उनके काम से ही लगेगा। देखने, सूंघने, सुनने, चखने और छूने के बाद बच्चे जो कुछ भी लिखते हैं, चित्र बनाते हैं, उनसे हमें उनके अवलोकनों की कुछ प्रामाणिक जानकारी मिलती है। हमें इन संकेतों पर गौर करना चाहिए क्योंकि सूक्ष्म अवलोकन का मौका भर देने से, उसका सफल होना सुनिश्चित नहीं होगा। अगर बच्चे आतशी शीशे (हैंड-लेंस) का खुद इस्तेमाल कर रहे हैं तो यह इस बात का संकेत है कि वे सूक्ष्म बातों पर ध्यान दे रहे हैं।

सूक्ष्म लक्षणों की ओर ध्यान आकर्षित करने के लिए उनसे दो समरूप वस्तुओं के बीच भिन्नता खोजने को कहा जाए (टंकी में दो मछलियां, या चीनी का गर्म और ठंडे पानी में घुलना)। इसके विपरीत, दो अलग-अलग चीजों के बारे में प्रश्न 'इनमें क्या समानता है?' पूछा जा सकता है। अकसर चीजों के बीच के अंतरों की अपेक्षा उनकी समानताओं की पहचान अधिक महत्त्वपूर्ण होती है। बच्चों के साथ शोध से पता चलता है कि समानताओं को भिन्नताओं की अपेक्षा ढूंढ़ना ज्यादा मुश्किल होता है और यह अवलोकन कौशल के विकास की निशानी है।

अवलोकन करने का कोई उद्देश्य होना चाहिए और समानताओं और भिन्नताओं को खोजने का काम केवल एक खेल नहीं बनना चाहिए। वास्तविक जांच के दौरान ही बच्चे इस प्रकार की सूक्ष्म बारीकियों को देखने के लिए प्रोत्साहित होते हैं।

जैसे-जैसे बच्चों का अनुभव बढ़ता है वे अपने अवलोकन को उन सूक्ष्म बारीकियों पर केंद्रित करते हैं जो समस्या के हल के लिए अनिवार्य हैं। मतलब की चीज क्या है यह जानने के लिए पिछले अनुभवों का ज्ञान जरूरी है। उदाहरण के लिए, अगर बच्चों ने पहले बल्ब, बैटरियों और तार के टुकड़ों के साथ सरल विद्युत-परिपथ नहीं बनाए हैं तो वे तार के ऊपर चढ़े प्लास्टिक के रंग को भी महत्त्वपूर्ण समझेंगे। अतः अवलोकन के विकास का यह पक्ष अलग-अलग गतिविधियों के साथ अनुभव पर निर्भर है।

वस्तुओं और घटनाओं को क्रम में व्यवस्थित करने के दौरान भी कुछ महत्त्वपूर्ण बातों की ओर ध्यान केंद्रित होता है। क्रम में बदलने वाली चीजों जैसे, दिन में परछाइयों का अवलोकन करने से बच्चे विशेष लक्षण खोजना सीख जाते हैं। बच्चे संपूर्ण घटना का अवलोकन करें, न केवल उसके शुरू और अंत का, और इसमें हमें उनकी सहायता करनी चाहिए। जब बच्चे उस बर्तन में पानी डालते हैं जिसमें कुछ मिट्टी पड़ी हो तो उन्हें बुलबुले उठते हुए दिखाई पड़ते हैं। वे केंचुओं को जमीन में घुसते हुए और उनके गोल-गोल मल को देखते हैं। यहां बच्चे अपनी अवलोकन क्षमताओं से सिर्फ यह नहीं सीखते कि *क्या* हो रहा है परंतु *क्यों* हो रहा है की जानकारी भी हासिल करते हैं।

हमें हमेशा वही दिखाई देता है जिसे हम देखना चाहते हैं। यह प्रवृत्ति हरेक में होती है। अवलोकन करते समय हम अपनी पूर्व-मान्यताओं के प्रति सचेत रहें और उन्हें देखने की प्रक्रिया में आड़े न आने दें। अवलोकन की प्रक्रिया पर चिंतन करना और सोच-समझ कर पूर्व मान्यताओं से मुक्त होना, ऐसा विकास शायद प्राथमिक स्कूल के स्तर पर संभव न हो। परंतु प्राथमिक स्कूल ही इस शुरुआत की बुनियाद है।

कौशल के इस क्रमबद्ध विकास में शिक्षक इस प्रकार सहायता कर सकते हैं :

- अवसर देकर (जिसमें समय और साधन दोनों शामिल हों)। बच्चों को प्रोत्साहित करके जिससे कि वे व्यापक और केंद्रित अवलोकन कर सकें;
- कक्षा का इस प्रकार नियोजन करें जिससे कि बच्चे अपने अवलोकनों के बारे में अन्य बच्चों और शिक्षक को बता सकें;
- बच्चों के अवलोकनों को सुनना और उनके आधार पर आगे प्रश्न पूछना (जैसे 'तुमने और क्या-क्या देखा?');
- जांच के दौरान जैसे-जैसे घटनाएं घट रही हैं वैसे-वैसे बच्चों को उनका अवलोकन करने का अवसर दें। फिर बच्चे अपने अवलोकनों को प्रमाण मान, जो हुआ उसकी व्याख्या करें (सैद्धांतिक कल्पना का विकास)।

प्रश्न पूछना

प्रश्न पूछना एक महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक क्षमता है। इसका संबंध उन प्रश्नों से है जिनका उत्तर जांच द्वारा पाया जा सके। प्राथमिक स्तर पर अकसर ऐसे प्रश्न होंगे जिनका उत्तर बच्चे स्वयं जांच करके दे पाएंगे।

ऐसे खोजी प्रश्न पूछ पाना, जिन्हें बच्चे जांच द्वारा हल कर सकें बहुत महत्त्वपूर्ण है। यह एक ऐसी क्षमता है जिसमें प्रश्नों द्वारा बच्चे अपनी आसपास की चीजों के बारे में बेहतर समझ बना पाएंगे। यह समझ, विचारों और प्रमाणों को मिलाने पर धीरे-धीरे बनती है, परंतु इसकी शुरुआत कुछ जानने से, किसी सवाल से ही शुरू होती है। बच्चों के प्रश्नों की स्पष्टता उनकी चेतना दर्शाती है—वे और क्या जानना चाहते हैं, और जो वह पहले से जानते हैं उसके साथ इसका क्या संबंध है।

विज्ञान अध्ययन में प्रश्न के कौशल का विकास करने का उद्देश्य बच्चों द्वारा विज्ञान से संबंधित ऐसे प्रश्न पूछने को प्रोत्साहित करना है जिनका परीक्षण जांच द्वारा किया जा सके। परंतु इसका आरंभ किसी भी प्रकार के प्रश्न पूछने से होगा, चाहें उनका विज्ञान से संबंध हो या नहीं। अगर कहा जाए कि विज्ञान का संबंध कुछ विशेष प्रकार के प्रश्नों से ही है तो शायद बच्चे डर के मारे प्रश्न पूछें ही नहीं। अतः हमें प्रश्न पूछने को लेकर यह समझना चाहिए कि यह इस कौशल को अर्जित करने की दिशा में प्रगति का पहला कदम है। इन प्रश्नों में आप नाम, जानकारी, व्याख्या आदि पूछ सकते हैं; उनका संबंध दर्शन या सुंदर मूल्यों से हो सकता है। इन प्रश्नों को बच्चे, अगर चाहें, तो बदल सकते हैं और इनकी जांच कर सकते हैं (अध्याय 8 देखें)।

कई प्रश्नों को जांच द्वारा हल करते समय शायद आपको कुछ विशेषताएं बतानी पड़ें। उदाहरणार्थ 'क्या यह पतंग उससे अच्छी है?' जैसे प्रश्न की आप असल में जांच कर ही नहीं सकते हैं क्योंकि 'अच्छा' क्या है, यही नहीं बताया गया है (वैसे हम इसका अच्छा अनुमान लगा सकते हैं)। अगर प्रश्न को बदला जाए और 'अच्छे' का मतलब, कितना ऊंचा उड़ती है, बताया जाए तो उत्तर खोजने के लिए क्या करना

है (आश्रित घटक) यह स्पष्ट हो जाता है। इतना स्पष्ट है कि यहां पर दो पतंगें हैं जिनकी तुलना की गई है और यहां पतंग के आकार को बदलना है (अनाश्रित घटक)। दोनों पतंगों के बीच के अंतर को और स्पष्ट किया जा सकता है (जैसे पतंगों का आकार और उनकी पूंछ की लंबाई)। इस प्रकार पतंगों के अनाश्रित घटक की पहचान की जा सकती है।

जिन प्रश्नों के समाधान हेतु जांच करनी होती है उन्हें बच्चे अधिक महत्त्वपूर्ण समझते हैं। वैसे, वे जांच के प्रश्नों और अन्य सवालों के बीच के अंतर को नहीं समझते हैं। पर यह समझ कि कुछ प्रश्न जांच द्वारा हल किए जा सकते हैं और अन्य नहीं, अपने आप में प्रगति का संकेत है। अगर एक बार बच्चे इस अंतर को समझ जाएं तो वे अनिश्चित प्रश्नों को बदल कर ऐसा रूप दे पाएंगे जिससे कि वे उन्हें भी जांच द्वारा हल कर सकें।

अकसर बच्चे 'क्यों' और 'कैसे' के बारे में प्रश्न पूछेंगे और इनका जवाब देना इतना आसान न होगा। उदाहरण के लिए, 'केंचुए बिना पैरों के किस प्रकार चलते हैं?' या 'दीमक बाहर से सख़्त परंतु अंदर से नर्म क्यों होती है?'। असल में ये ऐसे प्रश्न हैं जिनकी जांच करना संभव है। बस आपको यह कहना है 'तुम्हारी राय में इनका उत्तर क्या होगा?'। इससे बच्चे जांच में लग जाएंगे और अपनी मान्यताओं को प्रमाणों की कसौटी पर परखेंगे।

शिक्षक निम्न तरीकों से बच्चों की इस कौशल के विकास में सहायक हो सकते हैं :

- बच्चों के प्रश्नों को गंभीरता से लें जिससे बच्चे स्वयं देख पाएं कि उनका उत्तर कैसे खोजना है;
- विज्ञान के प्रश्नों को इस तरह से प्रस्तुत करें जिससे कि उनकी जांच संभव हो;
- बच्चों के प्रश्नों को स्पष्ट करने में मदद दें जिससे बच्चे खुद उनका उत्तर खोज सकें;
- बच्चों को प्रश्न पूछने का भरपूर अवसर दें ('क्या आप इस चीज के बारे में जांच करना चाहेंगे...?');
- कुछ अन्य तरीकों का उल्लेख अध्याय 8 में किया गया है।

अभिकल्पन

इसमें अवलोकनों अथवा आंकड़ों की व्याख्या करनी होती है। इसके लिए पूर्व अनुभवों या अवधारणाओं का उपयोग करना होता है। दो महत्त्वपूर्ण बातें किसी अभिकल्पना को वैज्ञानिक बनाती हैं। पहली बात यह प्रमाणों के अनुकूल हो। यह अनुमान कि लकड़ी का टुकड़ा इसलिए तैरता है क्योंकि वह हलका है और सिक्का इसलिए डूबता है क्योंकि वह भारी है, असल में प्रमाण से मेल नहीं खाते हैं क्योंकि लकड़ी का टुकड़ा सिक्के से भारी भी हो सकता है। दूसरी बात, किसी अभिकल्पन का प्रामाणिक परीक्षण करना संभव हो। यह अभिकल्पना कि लकड़ी का टुकड़ा अपने भार के कारण तैरता है, जांच योग्य है। परंतु अगर यह सुझाया जाए कि वह एक अदृश्य धागे, जिसे छुआ नहीं जा सकता है, से लटका है तो उसकी जांच करना संभव न होगा।

ऐसी कई अभिकल्पनाएं हो सकती हैं जो सबूतों पर खरी उतरें। जैसा कि यह बताने में कि 'एक पतंग दूसरी से ऊंची क्यों उड़ती है?' सदृश एक या कई कारण हो सकते हैं—पूंछ की लंबाई, भार, आकार, क्षेत्रफल। जांच के बाद इनमें से कुछ या सभी कारणों को त्यागा जा सकता है। ऐसी परिकल्पना, जिसका

खंडन नहीं हुआ है, को भी 'सही' करार नहीं दिया जा सकता है क्योंकि हो सकता है कि नए प्रमाणों के आधार पर वह गलत साबित हो। आप चाहें कितने भी प्रमाण क्यों न जुटाएं फिर भी किसी भी अभिकल्पना का पूर्ण सत्यापन करना मुश्किल है; जबकि एक भी विरोधी प्रमाण उसे झूठ साबित करने के लिए पर्याप्त होगा। हरेक व्याख्या, मात्र एक सुझाव है जो बाद में गलत भी साबित हो सकती है। यह किसी भी अभिकल्पना का एक मुख्य गुणधर्म है।

बच्चे व्याख्या करते समय सभी गुणधर्मों का समावेश तो करेंगे नहीं परंतु धीरे-धीरे उनका कौशल इस दिशा में प्रगति करेगा। किसी घटना की व्याख्या के लिए उसके मुख्य लक्षण को पहचान पाना इसका पहला कदम होगा।

घटना को किसी पूर्व अनुभव के साथ जोड़ना इसका अगला कदम होगा। पहले कदम की तरह ही शायद आप इसमें, कोई लंबी-चौड़ी व्याख्या न देकर, जो वास्तव में बताए कि यह कैसे होता है या कुछ क्यों होता है, सिर्फ कोई नाम ही सुझाएं। उदाहरण के लिए, पुरानी डबलरोटी का टुकड़ा सिकुड़ जाता है क्योंकि वह 'सूख' जाता है। इस वर्णन के आधार पर इस अभिकल्पना को जांचना कठिन होगा, परंतु यह आगे के विकास की राह प्रशस्त कर सकता है।

व्याख्या किस प्रकार काम करती है इसका उल्लेख करने से अभिकल्पना को जांचा जा सकता है। अगर कोई प्रणाली हो जिसके अनुसार चीजों के बीच का संबंध जोड़ा जा सके तो अनुमान लगाने के लिए उसका उपयोग किया जा सकता है। अगर अनुमान सही निकला तो यह उस परिकल्पना का परीक्षण होगा जिस पर वो आधारित था। अगर उसका खंडन न हो तो उसे अन्य सुझावों और प्रमाणों के अभाव में, सबसे अच्छी व्याख्या के रूप में स्वीकार किया जा सकता है।

बच्चे किसी प्रणाली का सुझाव नहीं दे पाते क्योंकि उनके अनुभव और विचार सीमित होते हैं। वे शायद अपनी अज्ञानता में कभी ऐसी परिकल्पना पेश करें जो शायद बिलकुल असंभव हो। अवधारणाओं की कमी के कारण बच्चे उन व्याख्याओं को अनदेखा कर देते हैं जो शायद किसी वयस्क के लिए एकदम आसान हों। परंतु उनकी व्याख्याओं को उनकी परिकल्पना कौशल का विकास समझना चाहिए। जैसे-जैसे बच्चों का अनुभव बढ़ेगा वे प्रमाणों और वैज्ञानिक अवधारणाओं के अनुरूप अभिकल्पनाएं कर पाएंगे।

क्षमताओं के विकास के बाद बच्चे एक से अधिक व्याख्याएं देंगे जो कि प्रमाणों और वैज्ञानिक अवधारणाओं के अनुकूल होंगी। इन्हें वे शायद औपचारिक तरीके से 'मेरी राय में इसका कारण यह होगा...' पेश न कर उसे सवाल या किसी जांच के रूप में पेश करें। 'क्या गर्म पानी के इस्तेमाल से रंग और तेजी से फैलेगा? यह (सरल क्रोमेटोग्राफी में) एक ऐसा प्रश्न है जिसमें एक परिकल्पना छिपी है। 'प्याले को फिल्म से ढकने से क्या पानी उड़ जाएगा'? इसमें एक प्रणाली का सुझाव है--पानी के प्याले में से उड़ने का।

शिक्षक निम्न तरीकों से बच्चों की प्रगति में सहायक हो सकते हैं :

- बच्चों को उन घटनाओं के परीक्षण का अवसर प्रदान करें जिनकी व्याख्या बच्चे अपने पूर्व-अनुभवों के आधार पर कर सकते हैं।
- कक्षा का नियोजन इस प्रकार करें कि जब मौका मिले तब बच्चे संभावित व्याख्याओं पर आपस में चर्चा कर सकें। अनेकों संभवानाएं सामने होने से बच्चों की सोच का दायरा बढ़ेगा।
- बच्चों को प्रमाणों के आधार पर व्याख्याओं की जांच करने के लिए प्रोत्साहित करें जिससे वे गलत व्याख्याओं को त्याग सकें।
- बच्चों को ऐसे साधन उपलब्ध कराएं जिनके द्वारा बच्चे अपनी सोच में कुछ नए विचार जोड़ सकें (जैसे पुस्तकें, अभ्यागत, चित्र या फिल्में)।

अनुमान लगाना

अनुमान लगाने का मतलब तुक्केबाजी और अटकलबाजी नहीं है। तुक्के की कोई तार्किक बुनियाद नहीं होती है जबकि अनुमान लगाते समय उपलब्ध प्रमाणों और पूर्व-अनुभवों का उपयोग करना होता है। बच्चे तुक्के तभी लगाते हैं जब उन पर जल्दी से, फटाफट जवाब देने के लिए दबाव डाला जाता है। तब उनके मन में जो कुछ पहले आता है वही कह देते हैं। हालांकि मौका मिलने पर बच्चे ऐसे अनुमान लगाएंगे जो उनके अनुभवों पर खरे उतरे होंगे--चाहे वे अपने अनुमान और अनुभव के बीच स्पष्ट संबंध न स्थापित कर सकें।

जिस हद तक बच्चे अपने अनुमान का आधार स्पष्ट कर सकें वह उनके कौशल का प्रतीक होगा। शुरू में शायद उन्हें अनुमान और उपलब्ध प्रमाण के बीच कोई रिश्ता नहीं दिखे। परंतु बाद में वे अपने अनुमान का आधार और कारण समझ जाएंगे। जैसे-जैसे इस कौशल में प्रगति होगी वैसे-वैसे बच्चे अपने अनुमानों को इतने 'आत्मविश्वास' के साथ नहीं लगा पाएंगे। वे उपलब्ध प्रमाणों से आगे जाने का खतरा लेने को तैयार नहीं होंगे।

ऐसे में शिक्षक निम्न तरीकों से बच्चों की प्रगति में सहायता कर सकते हैं :

- बच्चों को अनुमान लगाने के लिए प्रोत्साहित करें और वास्तविक अवलोकन और जांच करने से पहले वे तर्कों के आधार पर अपने अनुमान को सिद्ध करें;
- किसी विशेष परिस्थिति में कोई भरोसेमंद अनुमान लगा पाना संभव है या नहीं, इस बात पर चर्चा करें।

समरूपता और संबंध की खोज

इस कौशल में एक प्रमाण का दूसरे के साथ संबंध जोड़ना होता है। इस कौशल के कारण ही बच्चे इधर-उधर की छिटकी हुई अनेकों जानकारियों और तथ्यों के अंबार का कुछ मतलब निकाल पाते हैं। अतः एक चीज का दूसरे के साथ संबंध खोजते समय, चीजों के अहम लक्षणों को चुनें और जिन चीजों में कोई समरूपता नहीं है उनकी ओर ध्यान न दें। कुछ समरूपताएं सार्वत्रिक होती हैं जैसे, गर्मी वाले दिन, किसी भी परछाईं की स्थिति, समगति से, एक ही दिशा में गोल घूमेगी। समय और परछाईं की स्थिति में इतना नियमित संबंध है कि उससे हम किसी भी समय परछाईं की स्थिति का अनुमान लगा सकते हैं। दूसरी ओर, परछाईं की लंबाई, दिन में पहले घटेगी फिर बाद में बढ़ेगी। इसलिए लंबाई के साथ समय का संबंध होने जैसी यहां कोई बात नहीं।

अन्य स्थितियों में, एक सामान्य रुझान होगा, परंतु कोई स्पष्ट संबंध नहीं दिखाई पड़ेगा। अलग-अलग लंबाई के लोगों के पैरों का आकार नापते समय, सामान्यतः बड़े पैर वालों की लंबाई भी

अधिक होती है, परंतु छोटे कद के लोग भी होते हैं जिनके पैर लंबे लोगों की तुलना में बड़े होते हैं। विवादों के बावजूद, समस्त संबंधों को पहचान पाना विज्ञान में महत्त्वपूर्ण है और इसके लिए उपलब्ध सभी जानकारियों पर ध्यान देना होगा। शुरू में बच्चे ऐसा नहीं करेंगे। बच्चे पूरी जानकारी में समरूपता देखने की बजाय चरम सीमाएं देखने की प्रवृत्ति रखते हैं, जैसे, 'सबसे लंबे आदमी के सबसे लंबे पैर हैं'। यह इस बात का पहला संकेत है कि एक घटक का दूसरे से संबंध है।

कई बार बच्चे थोड़े-से तथ्यों के आधार पर ही एक बयान दे देते हैं। उनके कथन का पूरी जानकारी के साथ कोई संबंध है यह शायद उन्हें मालूम भी नहीं होता है, और अगर मालूम हो भी तो वे उसे महत्त्वपूर्ण नहीं समझते हैं। जब कथन स्पष्ट रूप से पूरी जानकारी पर आधारित होगा तो उसकी उसकी व्याख्या भी उपलब्ध तथ्यों पर आधारित होगी। इस स्थिति में वक्तव्य इस प्रकार का होगा, 'दिन चढ़ने के साथ परछाईं भी गोल होगी' या 'अकसर जिन लोगों के पैर बड़े होते हैं वे स्वयं लंबे होते हैं'।

एक घटक दूसरे के साथ एकरूपता से जुड़ा है इस बात को सुनिश्चित करने के लिए कम-से-कम तीन बार अवलोकन करना जरूरी है। इसको समझने के लिए अनुभव की आवश्यकता होगी। हो सकता है कि कभी आप दो अवलोकनों के आधार पर ही किसी एकरूपता का दावा करें और उसमें तीसरा अवलोकन ठीक नहीं बैठे। इसी प्रकार के अनुभवों से लोग सीखते हैं। इसलिए सभी सुझाए गए नमूनों का परीक्षण जरूरी है। इसके लिए आप नमूने पर आधारित अनुमान लगाएं और देखें कि वह असलियत पर खरा उतरता है या नहीं। इसलिए किसी व्याख्या की पुष्टि के लिए अतिरिक्त जानकारी एकत्र करना क्षमता के बेहतर होने की निशानी है।

शिक्षक निम्न तरीकों से बच्चों की प्रगति में सहायता कर सकते हैं :

- बच्चों को ऐसी गतिविधियां उपलब्ध कराएं जिनको करने के दौरान वे सामान्य एकरूपता और संबंध खोज सकें।
- जांच के दौरान बच्चों ने जो संबंध पाए उनके विषय में उनसे अपने विचार प्रकट करने को कहें।
- अपना अनुमान लगाने में बच्चे चाहे किसी भी संबंध का उपयोग करें परंतु बाद में जांच से उसकी पुष्टि करें।
- हरेक संबंध की सावधानीपूर्वक जांच-परख करें और उनसे निष्कर्ष निकालते समय सतर्कता बरतें।

प्रभावशाली ढंग से संप्रेषण

संप्रेषण एक ऐसी क्षमता है जो पूरे पाठ्यक्रम पर लागू होती है और विज्ञान के विषय में इसकी विशेष भूमिका को परिभाषित करना पड़ेगा। दुनिया को समझने में, विचारों का नई घटनाओं से संबंध जोड़ने में, विचारों और प्रमाणों के संबंध पर चिंतन करने में संप्रेषण की क्षमताओं की महत्त्वपूर्ण भूमिका है। अध्याय 7 में, मौखिक और लिखित भाषा और विचारों के बीच के संबंध पर विस्तार से चर्चा की गई है।

संप्रेषण का अर्थ लिपिबद्ध करना और गतिविधि के अंत में, मात्र एक रिपोर्ट लिख देने से कहीं

ज्यादा है। लिखना और अपनी बात को बताना हरेक गतिविधि का अभिन्न अंग है। बच्चों को इसमें कुछ सहायता की जरूरत होगी क्योंकि वे शुरू में गतिविधियों के दौरान बहुत कम बातें नोट करते हैं और बाद में महत्त्वपूर्ण अवलोकन उन्हें याद ही नहीं रहते हैं।

घटनाओं को लिपिबद्ध करने की प्रक्रिया और संप्रेषण की क्षमताओं के विकास के लिए सबसे पहले लोग अपने अनुभवों और अवलोकनों के सभी पक्षों के बारे में खुल कर बात करने को तैयार हों। धीरे-धीरे बच्चे निजी अनुभव और शिक्षकों के मार्गदर्शन से, विज्ञान की रिपोर्ट लिखने का काम नियोजित करते हैं। वे एक जैसे अवलोकनों को एक साथ तथा घटनाओं को क्रम में रखते हैं और सरल चार्ट, चित्रों और तस्वीरों से शब्दों को सजाते हैं।

संप्रेषण विधि के विस्तार के लिए, जानकारी प्रस्तुत करने का ज्ञान और उसे इस्तेमाल करने की समझ होनी चाहिए। एक बार बच्चों को विभिन्न चीजों जैसे रेखा चित्र, फ्लो-डायग्राम, प्रतीक चिह्नों एवं कुंजी आदि के उपयोग का ज्ञान हो जाए, तो किसी विशेष कार्य के संदर्भ में किसी उपयुक्त वस्तु के प्रयोग हेतु चयन क्षमता का विकास परिलक्षित हो जाता है।

संप्रेषण में चित्रात्मक और लिखित सामग्री का भरपूर उपयोग तो अच्छी बात है, परंतु उसके साथ-साथ, मौखिक और लिखित रूप में, शब्दों को सही ढंग से चुनना और उनका प्रभावशाली इस्तेमाल करना भी बहुत महत्त्वपूर्ण है। अगर हम वास्तव में लोगों को सही जानकारी देना चाहते हैं तो किसी भी रिपोर्ट में घटनाओं का वर्णन एक उपयोगी क्रम में करना जरूरी है। रिपोर्ट लिखने का मुख्य उद्देश्य ही यह है कि कोई दूसरा उसे सुने और पढ़े। अगर हम इसे याद रखेंगे तो आसानी होगी।

संप्रेषण आदान-प्रदान की एक प्रक्रिया है। लोगों की बातें ध्यान से सुनने या पढ़ने से अपनी बात को स्पष्ट शब्दों में कहने की क्षमता बढ़ती है। साथ ही हमें दूसरों के विचार भी पता चलते हैं। जानकारी के आदान-प्रदान के लिए लिखित स्रोतों का इस्तेमाल किया जाए। इस तमाम जानकारी में एकरूपता ढूंढ़ पाने के लिए यह जरूरी है कि उसे ऐसे रूप में पेश किया जाए जिसे लोग आसानी से समझ सकें।

वैज्ञानिक शब्दावली का बढ़ता अर्थपूर्ण उपयोग भी संप्रेषण की क्षमताओं में विकास की निशानी है। विज्ञान के विशेष शब्दों का उपयोग करना जरूरी है क्योंकि जैसे-जैसे विचार विकसित होंगे वे और अधिक सार्वत्रिक होंगे और उनकी उपयुक्तता बढ़ती जाएगी। (अध्याय 6 देखें)। इसमें जब ठोस चीज को द्रव में डालेंगे तो 'अदृश्य' शब्द को 'विलयन' से बदलना होगा; 'ऊपर और नीचे की गति' को 'कंपन' से बदलना होगा, क्योंकि कंपन सभी दिशाओं में हो सकता है। इसी प्रकार 'सुचालकता' उन सभी पदार्थों का एक अदृश्य गुण है जिसके कारण उनमें विद्युत का प्रवाह संभव हो पाता है। नई अवधारणा के विकास के समय ही नए शब्दों का परिचय उपयुक्त है क्योंकि बिना समझे, तकनीकी शब्दों का उपयोग बातचीत में बाधक हो सकता है।

इस क्षमता के विकास में शिक्षक निम्न सहायता प्रदान कर सकते हैं :

- कक्षा का इस प्रकार नियोजन करें जिससे कि बच्चे अपने काम के बारे में एक-दूसरे से बातचीत कर सकें, कभी साधारण बातचीत और कभी औपचारिक तरीके से;
- उन्हें रिकॉर्ड रखने और संप्रेषण की विभिन्न तकनीकों से परिचय कराएं, जिनमें पारम्परिक विधियां और शब्द शामिल हों;
- बच्चों को चर्चा करने के लिए प्रोत्साहित करें कि कैसे वे अपने काम को लिख कर अन्य बच्चों तक पहुंचा सकते हैं;

- बच्चों को तालिकाओं, ग्राफ, चार्ट आदि माध्यमों से जानकारी का उपयोग करने का अवसर प्रदान करें।

अभिकल्पना और निर्माण

अभिकल्पना और निर्माण ऐसी तकनीकी क्षमताएं हैं जो ज्ञान और संसाधनों का उपयोग करके कुछ परिवर्तनों के लिए आवश्यक होती हैं। ज्ञान और साधनों से वस्तुओं को कार्यशील बनाना, उन्हें नियंत्रित करना और बेहतर बनाना ही प्रौद्योगिकी है। प्रौद्योगिकी का विज्ञान और गणित के साथ विशेष संबंध है क्योंकि इसमें इन विषयों के ज्ञान का ही उपयोग करना पड़ता है। प्रौद्योगिकी में वैज्ञानिक ज्ञान के उपयोग द्वारा व्यावहारिक समस्याओं का हल खोजा जाता है और जरूरत की चीजें बनाई जाती हैं। इस प्रक्रिया में ऐसी प्रणालियां और उपकरण भी बनते हैं जिनसे वैज्ञानिक ज्ञान का और विकास होता है। कभी-कभी प्रौद्योगिकी अन्य विषयों जैसे कला, भूगोल और इतिहास से भी ज्ञान और क्षमताओं का उपयोग करती है। इसलिए उसका संबंध न केवल विज्ञान से परंतु पाठ्यक्रम के अन्य विषयों के साथ भी होता है।

प्राथमिक स्कूल में जब बच्चे अपने काम और खेल के दौरान कुछ समस्याओं का हल करते हैं तो वे असल में प्रौद्योगिकी की क्रियाएं कर रहे होते हैं। सम्भव है वे अपनी कल्पना के अनुसार कुछ बनाना चाहते हों (एक छिपने की झोंपड़ी या पेड़ के ऊपर घर), दीवार पर चढ़ना चाहते हों, किसी मॉडल या पदार्थ की जांच के लिए कोई मशीन बनाना चाहते हों। इन सभी क्रियाओं में, बच्चे समस्या का हल खोजने के लिए एक संभावित हल की कल्पना करते हैं। वे कोई प्रणाली डिजायन करते हैं या चीज बनाते हैं और उसकी सार्थकता का मूल्यांकन करते हैं। स्पष्टतया, इस प्रौद्योगिकी में कुछ वैज्ञानिक क्षमताएं भी लगती हैं। उनकी चर्चा हम पहले ही कर चुके हैं। यहां पर हमारा उद्देश्य समस्या पहचानना, अभिकल्पन करना, निर्माण करना और उसका मूल्यांकन होगा।

जब छोटे बच्चे कक्षा में लोगों की सुविधा के लिए कुछ फेरबदल कर रहे हों तो इसका मतलब है कि वे असली जरूरतों को समझने लगे हैं। क्षमता बढ़ने के साथ वे अपरिचित स्थितियों में भी बदलाव के सुझाव दे पाते हैं और संभावित परिवर्तनों के हानि-लाभ भी समझ पाते हैं। वे अपने प्रस्ताव का कारण देते हैं और यह उनकी अभिकल्पन क्षमता की प्रगति का संकेत है। शुरू में ये कारण अस्पष्ट होंगे और उनके अन्तर्ज्ञान पर आधारित होंगे। बाद में उनके कारण वस्तुओं के गुणधर्मों पर आधारित होंगे और अब वो एक डिजायन की तुलना दूसरे से करेंगे। यह विकास बच्चों के वस्तु संबंधी नए ज्ञान पर आधारित होगा।

कागज, गोंद, गत्ते के डब्बों और अन्य कबाड़ से सरल चीजें बनाने से 'निर्माण' की क्षमता शुरू होती है। प्रगति करते हुए बच्चे सावधानीपूर्वक सामग्रियों का चयन और औजारों का बेहतर इस्तेमाल करते हैं। निर्माण के हर चरण पर बच्चे अपने काम का मूल्यांकन करते हैं–पहले मॉडल की अच्छाइयों और बुराइयों का, और फिर किस हद तक वे मूल उद्देश्य तक पहुंच पाए। जहां संभव होगा वे हल का मूल्यांकन करने के लिए कुछ माप लेंगे और उनके आधार पर बेहतरी के लिए कुछ सुझाव देंगे।

अभिकल्पना और निर्माण की क्षमताओं में शिक्षक इस प्रकार सहायक हो सकते हैं :

- बच्चों को मौका दें जिससे वे आसपास की चीजों को बेहतर बनाने के लिए परिवर्तन सुझाएं या किसी समस्या का हल ढूंढ़ें;
- बच्चे किसी योजना का मॉडल या कोई अन्य वस्तु बनाएं और उसकी वास्तविकता पर चर्चा करें;
- बच्चों को अलग-अलग तरह की वस्तुओं के गुणधर्मों को खोजने का अवसर दें;
- ऐसी समस्याएं सुझाएं जिनमें बच्चों की रुचि हो और जिनका बच्चे खुद हल ढूंढ़ें;
- बच्चों ने जो सामान चुना है वे उसका कारण भी बताएं। अभ्यास में वे वास्तव में कितने प्रभावशाली रहे इस बात का मूल्यांकन करें।

अन्वेषणों की जांच और योजना

जांच की योजना बनाने में किसी प्रश्न या परिकल्पना का हल खोजने के लिए, उसे क्रिया में बदलना पड़ता है। अकसर योजना और क्रिया दोनों काम साथ-साथ चलते हैं। छोटे बच्चों के लिए बहुत-सी क्रियाओं वाली योजना के बारे में एकबारगी सोचना कठिन होता है। उनके लिए यह जरूरी है कि वे क्रिया के एक चरण के पूरा होने के बाद ही दूसरे चरण के बारे में सोचें। दरअसल, आगे की योजना बनाने के लिए पूर्व जांच के अनुभवों की आवश्यकता होती है। पिछले अनुभव के आधार पर ही आगे क्या होगा आप उसका अंदाज लगा सकते हैं।

जांच के समय अलग-अलग घटकों के साथ 'सही' व्यवहार भी उपयोगी होगा। जांच के दौरान तीन प्रकार के घटक होते हैं : एक घटक जो बदलता है और जिससे चीजों और परिस्थितियों के बीच अंतर को जांचा जाता है (अनाश्रित घटक); दूसरा घटक जिसे नियंत्रित करके लगातार एक समान रखना पड़ता है जिससे जांच में अनाश्रित घटक में परिवर्तन के प्रभाव को नोट किया जा सके (नियंत्रित घटक); तीसरा घटक जिस पर अनाश्रित घटक के परिवर्तन का असर पड़ता है और जिसकी जांच के दौरान तुलना होती है या जांचा जाता है (आश्रित घटक)।

सामान्य जांच में, विभिन्न वस्तुओं की तुलना किसी एक गुणधर्म के आधार पर की जाती है। उदाहरण के लिए, पानी निरोधक (वाटरप्रूफ) क्षमता के लिए अलग-अलग कपड़ों को ही लें। यहां कपड़े अनाश्रित घटक होंगे जबकि नियंत्रित घटक जांच के तरीके पर निर्भर करेंगे। अगर जांच में कपड़ों पर पानी डालकर उसके सोखने का समय नोट करना है तब सभी प्रयोगों को एक ही प्रकार से करना होगा और हर बार समान मात्रा में पानी उपयोग करना होगा (दो घटकों को नियंत्रित करना होगा)। कपड़ों की सतह पर बूंदें कितनी देर पड़ी रहती हैं इस समय को मापना होगा। कपड़े *कितना* पानी सोखते हैं इसकी तुलना करने के लिए समान क्षेत्रफल के विभिन्न कपड़े लेने पड़ेंगे (इस घटक को नियंत्रित करना पड़ेगा)। कपड़े द्वारा सोखा गया पानी यहां पर आश्रित घटक होगा और उस पर पड़ा पानी और कपड़े द्वारा सोखे हुए पानी के बीच का अंतर होगा।

जांच के दौरान बच्चों को आरंभिक योजना बनाना काफी आसान लगता है, परंतु इसमें कोई आश्चर्य की बात नहीं है। बच्चे अनाश्रित घटक, जिन्हें बदलना है, को भी आसानी से चुन लेते हैं क्योंकि वे परिकल्पना या प्रश्न में साफ नजर आते हैं जैसे 'कौन सा कपड़ा सबसे अच्छा है?' में अलग-अलग कपड़ों की तुलना करनी ही होगी।

जैसे-जैसे बच्चे अपने परीक्षण में थोड़ा आगे बढ़ेंगे वैसे-वैसे 'सही' जांच की बात पैदा होगी। जांच में कई बार गलतियां करने के बाद ही बच्चे नियंत्रित घटकों के महत्त्व को समझेंगे। ऐसे कुछ 'गलत' प्रयोगों

के बाद, जिनसे कुछ भी निष्कर्ष निकाल पाना संभव न हो, के बाद ही बच्चे समझेंगे कि उन्हें कुछ चीजों को जांच के दौरान एक-समान ही रखना है। अगर हम नियंत्रण करने का तरीका बच्चों को सिखाएंगे तो उनकी प्रवृत्ति हरेक चीज, अनाश्रित घटकों को भी नियंत्रित करने की हो जाएगी।

अनाश्रित घटक के लिए परीक्षण की परिस्थितियों की योजना बनाना, जांच के परिणामों को मालूम करने से कहीं ज्यादा कठिन होता है। जांच के परिणाम कैसे निकालेंगे इस बारे में बच्चे शुरू में बहुत अस्पष्ट होते हैं। 'छोटे-जीवों' के मनपसंद भोजन की जांच करते समय बच्चे सिर्फ इतना सोचते हैं : 'देखते हैं कि उन्हें हरेक खाना कितना पसंद है'। उन्हें लगता है जैसे यह बात सर्वविदित हो। 'छोटे-जीवों' को खाने में कितना समय लगा, उन्होंने कितना खाया आदि बातें बच्चों को प्रयोग करने के बाद ही पता लगती हैं। बच्चों को क्या मापना है और किसकी तुलना करनी है इसकी समझ योजना बनाने के क्रिया-कौशल के साथ ही विकसित होती है। अनाश्रित घटक को सूक्ष्म तरीके से माप पाना भी इसके विकास का लक्षण है।

शिक्षक इस कौशल के विकास में बच्चों की निम्न प्रकार से सहायता कर सकते हैं :

- जिन समस्याओं का हल निकालना है उनके बारे में केवल निर्देश दें और बच्चों को खुद उनकी योजना बनाने दें;
- बच्चों को एक ढांचा सुझाकर योजना बनाने में उनकी मदद करें। इनमें प्रश्नों द्वारा यह स्पष्ट करें कि सही परीक्षण के लिए, किन चीजों को समान रखना है, किन्हें बदलना है, और क्या-क्या माप लेने हैं;
- बच्चों से योजना के बारे में चर्चा करें और उसके व्यावहारिक पहलुओं को समझने में उनकी सहायता करें;
- योजना को बेहतर बनाने के उद्देश्य से परीक्षण खत्म होने पर उसकी समीक्षा करें।

सामग्रियों और उपकरणों का प्रभावशाली उपयोग

ये तो सब लोग मानते हैं कि दो बातें जो बच्चों के बौद्धिक विकास को प्रभावित करती हैं वे हैं उपलब्ध सामग्रियों के साथ काम करने की उनकी व्यावहारिक कुशलताएं, और अन्य बच्चों और वयस्कों के साथ उनके सामाजिक संबंध। वैज्ञानिक विकास के लिए ठोस सामग्री और खोज की वस्तुओं का कोई विकल्प नहीं है, उनका होना नितांत अनिवार्य है।

विज्ञान अध्ययन के दौरान बच्चे व्यावहारिक जांच-पड़ताल के जरिए अपनी मान्यताओं का विकास करते हैं। बच्चों के सीमित अनुभव का मतलब है कि उनके विचार स्थापित वैज्ञानिक मान्यताओं के अनुरूप हों, यह जरूरी नहीं है। परंतु बच्चों के विचारों का हमेशा, उपलब्ध प्रमाणों के साथ मेल हो, यह आवश्यक है (अध्याय 6 देखें)। जैसे-जैसे उनका अनुभव बढ़ेगा वैसे-वैसे उनके विचार सामान्य चीजों पर भी लागू होंगे और वे वैज्ञानिक दृष्टिकोण की ओर अग्रसर होंगे। इसलिए मान्यताओं का विकास, बहुत हद तक, ठोस चीजों के साथ खोजबीन और व्यावहारिक क्रियाओं पर ही निर्भर करेगा।

बच्चों के सीमित अनुभव का मतलब यह भी है कि उनके अमूर्त और सैद्धांतिक चिंतन की क्षमताएं सीमित होती हैं। वास्तविकता का सामना करने से पहले उन्हें विषयों को ठोस रूप में जांचना-परखना और उस पर चिंतन करना होगा। इसलिए अपने आसपास की चीजों और घटनाओं को जांचने-परखने का अनुभव मानसिक विकास के लिए नितांत जरूरी है। यह केवल इंद्रियों से जानकारी ग्रहण करने से नहीं होगा। इसके लिए बच्चों को अपने आसपास की चीजों के साथ स्वयं परीक्षण करना पड़ेगा और अपनी क्रियाओं द्वारा दुनिया के नियम-कानूनों को समझना पड़ेगा।

यहां पर मानसिक क्रियाओं और व्यावहारिक गतिविधियों के बीच अंतर करना असंभव होगा। हमारी रुचि केवल सामग्री की ठोस जांच-परख और उपकरणों के प्रभावशाली उपयोग तक ही सीमित नहीं है। हर ठोस गतिविधियां किसी योजना पर आधारित हों। उनमें परिकल्पना और अनुमान, अवलोकन और माप द्वारा जानकारी एकत्र करना, घटकों का नियंत्रण, जानकारी की व्याख्या, और परिणामों को रिकॉर्ड करना और उनका संप्रेषण शामिल हो। इन सभी में मानसिक और व्यावहारिक गतिविधियों का संयुक्त रूप से उपयोग होगा।

यहां पर भौतिक विकास को सामाजिक अनुभव और मानसिक क्रियाओं के संदर्भ में ही माना गया है।

स्कूल की आरंभिक कक्षा के छोटे बच्चों को छोटी मांसपेशियों के नियंत्रण और आंख और हाथ के परस्पर तालमेल में मुश्किलें आती हैं। उन्हें चित्र बनाना, रंगना, चीजों को अलग-अलग करना, वस्तुओं की मीनार बनाकर उसे तोड़ना बहुत अच्छा लगता है। उन्हें अलग-अलग माप और आकार के गत्ते के डिब्बों, गत्ते की नलियों, अंडे रखने के बक्सों और मोटे ब्रशों से रंगने के लिए पुराने अखबारों की जरूरत पड़ती है। इसके लिए अगर लकड़ी या प्लास्टिक के बड़े डब्बे उपलब्ध हों तो बहुत अच्छा है, नहीं तो, घर के कबाड़ को ही काम में लाया जा सकता है।

बच्चों में मॉडल बनाने की सहज प्रवृत्ति होती है। मांसपेशियों के नियंत्रण और हाथ और आंखों के बीच तालमेल बिठाने में मॉडल बनाना बहुत सहायक हो सकता है। डब्बों या लकड़ी के गुटकों से निर्माण शुरू करके बच्चे धीरे-धीरे अधिक कल्पनाशील मॉडल बना सकते हैं। इसके लिए घर, दुकान और बाजार से निकले कबाड़ और फेंके हुए सामान का उपयोग किया जा सकता है। अंडों के डिब्बों, प्लास्टिक के कप, प्लास्टीसीन (एक प्रकार की लचीली मिट्टी) और गोंद आदि का मॉडल बनाने में इस्तेमाल करना होगा। अन्य चीजें जिनकी जरूरत पड़ेगी और जिन्हें मुफ्त में जुटाया जा सकता है वे हैं—बीज, छिलके, पत्थर, पेड़ों के शंकुनुमा बीज और सूखी घास। इनके इस्तेमाल और खोजबीन से बच्चों में अपने परिवेश की प्राकृतिक संपदा के बारे में चेतना जगेगी।

7 से 9 वर्ष की आयु के बच्चों में, आंख और हाथ का अच्छा तालमेल होता है। ऐसे बच्चे बुनाई, सिलाई कर सकते हैं, जानवरों की प्यार से देखभाल कर सकते हैं, और बीज बो सकते हैं। जैसे-जैसे उनके मॉडल और परिष्कृत बनेंगे वे उन्हें 'चलाना' चाहेंगे और इसके लिए उन्हें अधिक चीजों में से चुनना होगा और बारीकी से काम करना होगा। अब औजारों का इस्तेमाल जरूरी होगा। इस आयु के बच्चों को हथौड़ी, आरी, रेती और बरमे का उपयोग दिखाया जा सकता है। लकड़ी के काम के लिए शिकंजा जरूरी है। लकड़ी में छेद करते, काटते और ठोकते समय बच्चों को उसे हाथ में नहीं पकड़ने देना चाहिए। सुरक्षा के इन नियमों का पालन जरूरी है। बच्चों के साथ सुरक्षित काम के तरीकों पर चर्चा हो और उन्हें खतरे की संभावनाओं को पहचानने का मौका मिले तभी उनमें सुरक्षा नियमों के पालन की समझ आएगी।

अब हैंड-लेंसों और माप के उपकरणों, चुंबकों, बल्बों, दर्पणों आदि की जरूरत महसूस होगी। औजारों की तरह ही, इन उपकरणों से परिचय के समय उनके इस्तेमाल की सावधानियों पर चर्चा हो

और सबकी सहमति बने। बच्चों को अपने विचारों के परीक्षण के दौरान जितनी अधिक छूट मिलेगी वो उपकरणों के उपयोग में उतनी ही अधिक जिम्मेदारी निभाएंगे। शिक्षक यह सुनिश्चित करें कि ये दोनों काम साथ-साथ हों।

प्राथमिक स्कूल की ऊपरी कक्षाओं में उपकरणों के उपयोग में बच्चों का भौतिक विकास आड़े नहीं आएगा और कौशल और सावधानी का विकास होगा। जो स्कूल भाग्यशाली हैं और जहां सूक्ष्मदर्शी और सूक्ष्मतुलाएं हैं वहां बच्चों के अवलोकनों और परीक्षण की सीमा का अधिक विस्तार होगा। वैसे, बच्चे बहुत सारे उपकरण स्वयं ही बना सकते हैं और ऐसा करके बहुत कुछ नया सीख सकते हैं। वे जीवित प्राणियों के अध्ययन के लिए पिंजड़े या घर, सरल तराजू और जांच की तरकीबें भी जुटा पाएंगे।

वे छोटे बच्चों के लिए लकड़ी के गुटके जैसी कुछ चीजें भी बना पाएंगे। उत्पादन के वैसे कार्य जो बच्चों को बार-बार करने पड़ें, की एक निश्चित समय सीमा तय होनी चाहिए। प्रौद्योगिकी की समस्याओं को सुलझाना, चीजों के गुणधर्म मालूम करना, निर्माण में ऊर्जा नियंत्रित करना एक बात है परंतु एक जैसी, और व्यापक स्तर पर उत्पादन दूसरी बात है। अतः विज्ञान के पाठ में समझ बढ़ाने के लिए चीजों और उपकरणों के उचित उपयोग पर बल हो, न कि उत्पादों पर।

संक्षेप में, इस कौशल के विकास में शिक्षक निम्न प्रकार से सहायक हो सकते हैं :

- खोज के लिए ऐसे उपयुक्त सामान उपलब्ध कराएं जो बच्चों के शारीरिक विकास में भी सहायक हो;
- बच्चों को निर्माण की गतिविधियों की ओर प्रोत्साहित करें और उन्हें अपनी कृति को बेहतर बनाने के लिए प्रेरित करें;
- बच्चों को प्रभावशाली, सुरक्षित, कम खर्च के तरीके से औजारों और उपकरणों का इस्तेमाल दिखाएं। नियमों के पीछे तर्कों की चर्चा करें और उनके पालन पर बल दें;
- अपने प्रश्नों के उत्तरों का हल, ठोस सामग्री से किस प्रकार खोजा जा सकता है बच्चों में इसकी चेतना जगाएं और इसके लिए कौशल विकसित करने में उनकी सहायता करें।

मापना और गणना करना

संख्यात्मक तत्त्वों में उत्तरोत्तर वृद्धि का होना वैज्ञानिक प्रक्रियाओं की प्रगति का एक लक्षण है। इसका अर्थ है कि माप और गणना की क्षमताओं का ज्यादा से ज्यादा इस्तेमाल होगा।

परिमाणन का अर्थ है संख्याओं का एक विशेष ढंग से इस्तेमाल करना। उदाहरण के लिए, अंकों को महज फुटबाल खिलाड़ियों की कमीजों पर लिखे अंकों के लेबल जैसे; या अन्य सामग्रियों को किसी गुणधर्म या लक्षण जैसे छोटा, लंबा, गर्म या तेज के अनुसार क्रम में लगाने के लिए उपयोग में लाया जा सकता है।

जब चीजों के बीच में संख्यात्मक अंतर होता है तो यह बताना संभव होता है कि कोई वस्तु दूसरी की तुलना में कितनी लंबी, छोटी, गर्म या तेज है। इससे संबंध और स्पष्ट हो सकते हैं, नमूने पहचाने जा सकते हैं और उनके आधार पर अनुमान लगाए जा सकते हैं।

'कितने' का आधार कोई समरूप मानक इकाई ही हो सकती है। अगर मानक प्रणालियों और इकाइयों द्वारा बच्चों का माप से परिचय कराया गया तो शायद वे संख्या के सही अर्थ को नहीं समझ

पाएंगे। अगर बच्चे खुद अपनी मर्जी से मानक-रहित (नॉन-स्टैंडर्ड) इकाइयों के जरिए फर्श पर चले खिलौने की लंबाई नापेंगे, ऊंचाई की तुलना करने के लिए ईंटें गिनेंगे, हाथ के बित्ते और कदमों से दूरी नापेंगे तो इससे उनकी समझ बढ़ेगी। मापने के दौरान वो इकाई कितनी बार आई यह उन्हें समझ में आएगा। वे जल्दी ही यह समझ जाएंगे कि मापते समय इकाई का एक-समान होना जरूरी है—दीवारों की ऊंचाइयों की तुलना, उनमें लगी ईंटों की तहों को गिनकर की जा सकता है। एक ही व्यक्ति चलते समय अपने कदमों को गिनकर, दो दूरियों के कम-ज्यादा होने का अंदाज लगा सकता है। इसलिए मानक इकाइयां जैसे मीटर, जिनका सभी लोग एक अर्थ लगाते हैं, बेहद महत्त्वपूर्ण हैं।

इकाई चाहे मनमर्जी से चुनी गई हो या वह मानक हो, उसे माप की संख्या के अनुकूल होना पड़ेगा। एक पेपर-क्लिप के भार को किलोग्राम और किसी मनुष्य की ऊंचाई को किलोमीटर में मापना अनुचित होगा। माप की इकाई अकसर मापने के औजार पर छपी होती है। इसलिए भार, समय, लंबाई, आयतन और तापमान आदि के माप का अनुभव बच्चों को अलग-अलग औजारों से प्राप्त करना चाहिए। इस प्रकार के तमाम अनुभव के बाद ही बच्चे सही औजार चुन पाएंगे और उसका सही उपयोग कर पाएंगे।

जैस-जैसे बच्चों के शोधकार्य के अवलोकन और संबंध और अधिक विस्तृत और सूक्ष्म होते जाएंगे वैसे-वैसे उनके माप-तौल को भी अधिक शुद्ध होना पड़ेगा। किसी औजार के सावधानीपूर्वक इस्तेमाल से केवल आंशिक रूप में ही सूक्ष्मता प्राप्त होगी। कितने अलग-अलग माप लिए गए हैं और उनमें से कितनों को दोहराया गया है, इस प्रणाली पर भी सूक्ष्मता निर्भर करेगी।

जांच के दौरान कितनी बार मापना है इसे योजना बनाते समय ही तय करना होगा जिससे कि अनाश्रित घटक में परिवर्तन की सीमा की पूरी जांच हो सके। उदाहरण के लिए, अगर किसी पदार्थ की घुलनशीलता पर तापमान के प्रभाव को जांचना है, तो केवल ठंडे और हलके गुनगुने पानी के उपयोग से किसी निर्णय पर नहीं पहुंचा जा सकेगा। तापमान की सीमा बढ़ानी होगी और इस सीमा में कम-से-कम तीन तापमानों को चुनना होगा। उचित सीमा में माप की योजना बनाना, जांच के दौरान माप की समझ के विकास को दर्शाता है।

साथ ही हरेक माप की शुद्धता भी उचित होनी चाहिए। किसी चीज को, जरूरत से अधिक शुद्धता के साथ मापना भी गलत है और किसी चीज का 'लगभग' माप उसकी सच्चाई पर ही प्रश्नचिह्न लगा सकता है। परिशुद्धता को कुछ हद तक औजारों के सही उपयोग से बेहतर किया जा सकता है। परंतु इससे उन त्रुटियों को दूर नहीं किया जा सकता है जो जांच और माप की प्रकृति में निहित हैं। इस बात को पहचानना जरूरी है कि एक विशेष तापमान पर पदार्थ की घुलनशीलता का परिणाम प्रयोग को दुबारा करने पर अलग हो सकता है। दुबारा मा : से त्रुटियां कम होंगी और यह माप के कौशल के विकास को दर्शाएगा।

अभी तक की चर्चा से यह स्पष्ट है कि इस क्षमता के विकास के लिए पर्याप्त ज्ञान का आधार आवश्यक है। इसके लिए कुछ सर्वमान्य प्रणालियों और तरीकों को जानना जरूरी है और इनका उपयोग इस कौशल के विकास का लक्षण है।

शिक्षक इस प्रगति में निम्न तरीकों से सहायक हो सकते हैं :

- बच्चों को अपने अवलोकन इस प्रकार के प्रश्नों के रूप में पेश करने के लिए प्रोत्साहित करें: 'उसकी तुलना में यह कितना अधिक है?';

- जांच के लिए ऐसे प्रश्न उपलब्ध कराएं जिनमें माप हो (उदाहरण के लिए : 'गमले में लगे पौधे को एक सप्ताह में कितना पानी चाहिए?');
- प्रत्येक संख्या की सीमा के लिए एक विशेष माप का औजार सुझाएं (जैसे एक लंबी रस्सी या मापने का टेप, डेसीमीटर में बंटा मीटर स्केल, सेमी. और मिमी. में बंटा स्केल और अगर संभव हो तो माइक्रोमीटर);
- बच्चों से उनके माप की शुद्धता और सूक्ष्मता के बारे में चर्चा करें और जब आवश्यकता पड़े तो उन्हें बेहतर करने के तरीके सुझाएं।

बच्चों की वैज्ञानिक प्रवृत्ति के विकास में सहायता

जैसा हम पहले कह चुके हैं, प्रवृत्ति का संबंध हमारे व्यवहार से है और उसकी पहचान अलग-अलग स्थितियों में लोगों की क्रियाओं और प्रतिक्रियाओं से होती है। अगर कोई प्रत्यक्ष प्रमाणों के आधार पर (एक बार) अपना मत बदल देता है तो उसे 'खुले दिमाग वाला' कहना सही नहीं होगा। परंतु अगर वह ऐसा नियमित तौर पर करता है तो उसके बारे में यह आकलन सही होगा।

किसी प्रवृत्ति के कुछ सामान्य लक्षण हैं और यहां उनके विकास के कुछ उपाय सुझाए गए हैं :

1. प्रवृत्ति, ज्ञान और कौशल से भिन्न है। यह ऐसा विषय नहीं है जिसमें आप बच्चों को निर्देश दे सकें। प्रवृत्ति का पता लोगों के व्यवहार से लगता है। बच्चों में प्रवृत्ति, उदाहरणों और यदाकदा प्रशंसाओं के द्वारा समाहित होता है। प्रवृत्ति को 'सिखाया' नहीं, उसे 'पकड़ा' जाता है। इसलिए शिक्षक खुद *उदाहरण* बनकर, बच्चों में अच्छी प्रवृत्ति विकसित कर सकते हैं। अगर शिक्षकों का व्यवहार उन लक्षणों के अनुसार होगा जिनका उल्लेख प्रवृत्ति के सूचकों में किया गया है (पृष्ठ 54 देखें) तो वे प्रवृत्ति के विकास में बच्चों की सहायता करेंगे।
2. प्रवृत्ति का विकास उन बातों से होता है जिन्हें स्वीकृत या अस्वीकृत किया जाता है। इसलिए सही प्रवृत्ति को बढ़ावा देने के लिए हमें बच्चों के सही व्यवहार का समर्थन करना चाहिए और उनके खराब व्यवहार को अस्वीकार करना चाहिए। अगर ऐसा लगातार किया गया तो यह कक्षा के माहौल का एक हिस्सा बन जाएगा और फिर बच्चे उसी के अनुसार एक-दूसरे को बढ़ावा देंगे।
3. किसी कार्य को हम कैसे करते हैं उससे हमारी प्रवृत्ति झलकती है। अगर बच्चों में ये गुण विकसित करने हैं तो वे इनमें (सूचकों) से चुन सकें इस बात की संभावना हो। अगर उनका व्यवहार पूरी तरह से नियमों में जकड़ा होगा और उन्हें हर समय सोचने और करने का आदेश दिया जाएगा तो उन्हें अपनी प्रवृत्ति विकसित करने का बहुत कम मौका मिलेगा। उदाहरण के लिए, अगर बच्चों को अपने काम के बारे में चिंतन करने के लिए प्रोत्साहित नहीं किया जाएगा तो वे 'प्रणालियों की समीक्षा' करना कैसे सीखेंगे? इसलिए शिक्षकों को बच्चों के विकास के लिए उन्हें *चयन का मौका* देना चाहिए।
4. प्रवृत्ति एक बहुत अमूर्त चीज है और बच्चों के साथ उसकी चर्चा करना मुश्किल है। इसीलिए उन्हें उदाहरणों और यदा-कदा प्रशंसाओं के द्वारा ही समझाना चाहिए। जैसे-जैसे बच्चे बड़े होंगे वे अपने व्यवहार पर खुद चिंतन करने लगेंगे।

सोच में लचीलेपन जैसे उदाहरण बच्चों को प्रवृत्ति के बारे में समझने में मदद देंगे। यह तरीका कहीं बच्चों के मानस पटल ही न धो डाले ('ब्रेन वाश') इसलिए इसे धीरे-धीरे ही लागू करना चाहिए। परंतु अगर बच्चों को यह पता हो कि वे क्या सीखने जा रहे हैं तो, वे स्वयं इस सीख में एक जिम्मेदार भूमिका निभाएंगे।

अध्याय 6

बच्चों की वैज्ञानिक परिकल्पनाओं का विकास

परिचय

अध्याय 1 में हमने बच्चों के अध्ययन की एक परिभाषा दी थी जिसके अनुसार क्रिया-कौशल के द्वारा बच्चों के विचारों में अंतर आता है। इन कौशलों के कारण ही बच्चे पूर्व-मान्यताओं का संबंध नए अनुभवों से जोड़ पाते हैं और उपलब्ध प्रमाणों के आधार पर उनका परीक्षण कर पाते हैं। अध्ययन की इस पद्धति के अनुसार बच्चे जब वैज्ञानिक गतिविधियां करते हैं तो उनका दिमाग खाली नहीं होता है बल्कि वे पूर्व गतिविधियों और अवलोकनों से उपजे विचारों के साथ आते हैं। वे पूर्व-अनुभवों के आधार पर नए अनुभव का अर्थ लगाने की कोशिश करते हैं और इस प्रक्रिया में अपने अनुभव का विस्तार करते हैं। कई बार पूर्व-मान्यताएं अधिक सहायक नहीं होती हैं ('अवैज्ञानिक' होती हैं), जैसे कि कई बार बच्चे गर्मी के कारण शरीर पर बनी पसीने की बूंदों को और गर्म कमरे में, ठंडे पानी के गिलास के बाहर बनी बूंदों को (मानो धातु को पसीना आता है), एक ही श्रेणी में रख देते हैं।

विकास का मतलब मान्यताओं और विचारों में *परिवर्तन* है। पहले से दिमाग में जो कुछ है उसे ध्यान में रखे बिना हमें उसमें कुछ नया नहीं भर देना चाहिए। बच्चों की हम किस प्रकार सहायता करें, यह हमारी समझ पर निर्भर करेगा। बच्चे अपनी मान्यताओं के 'मालिक' तभी बनेंगे जब वे उन्हें खुद ही सोचेंगे और बदलेंगे। तब ही वे समझ के साथ सीख सकेंगे। ये परिवर्तन संभव हो और बच्चे अपने विचारों के स्वामी बन सकें इसके लिए शिक्षकों को कुछ विशेष अवसर प्रदान करने चाहिए।

इस अध्याय में कुछ तरीके सुझाए गए हैं जिनका शिक्षक मान्यताओं के विकास की प्रक्रिया में उपयोग कर सकते हैं। वे साथ में यह भी सुनिश्चित करें कि ये विचार बच्चों की पूरी तरह समझ में आएं। परंतु इसके लिए सबसे पहले हमें परिकल्पनाओं के विकास क्रम के सामान्य लक्षणों को समझना पड़ेगा क्योंकि इसी के मार्गदर्शन में शिक्षक सही दिशा में प्रगति सुनिश्चित कर सकते हैं।

क्रमबद्ध विकास पर विचार

कुछ बच्चे ध्वनियां उत्पन्न करने में व्यस्त थे। उन्होंने रबड़ के छल्ले को खींचकर छोड़ा, बोतलों के ऊपरी छेद में फूंका, धातु के बर्तनों को खनकाया, एक ढोलक को बजाया और कमरे में उपलब्ध अन्य सभी चीजों से ध्वनि निकालने का प्रयास किया। शिक्षक ने उनके सामने एक ही स्रोत से एक हलकी और दूसरी तेज ध्वनि निकालने की चुनौती रखी। बच्चों ने जहां संभव हुआ वहां ध्वनि की तीव्रता भी बदलने की कोशिश की।

क्रियाएं करते-करते ही बच्चों ने अपनी खोज के बारे में कुछ टिप्पणियां भी कीं। नीचे उनके कुछ उदाहरण हैं। उन्हें पढ़ें और फिर उन्हें एक ऐसे क्रम में लगाएं जो ध्वनि के बारे में विचारों की प्रगति को दिखाए। इसके लिए एक छोटे समूह में काम करना अच्छा होगा क्योंकि तब आप एक-दूसरे को समझा पाएंगे कि क्यों किसी टिप्पणी को विशेष स्थान पर रखना चाहिए। आप जो भी निर्णय लें उसके बारे में ध्यानपूर्वक सोचें और समझें।

1. जब आप ढोलक पर थाप देते हैं तो उसमें से आवाज निकलती है। यह आवाज आपकी थाप के कारण ही निकलती है।
2. जब आप रबड़ के छल्ले को खींचकर छोड़ते हैं तो वह कंपन करता है और उसके कारण कंपन करती हुई हवा आपके कान तक पहुंचती है।
3. मैं रबड़ के छल्ले को ज्यादा दूरी तक खींचकर कंपनों की सीमा बढ़ा सकता हूं और इस प्रकार आवाज को तेज कर सकता हूं।
4. कक्षा का दरवाजा बंद होने पर भी आपको स्कूल की घंटी इसलिए सुनाई पड़ती है क्योंकि ध्वनि दरवाजे के आसपास की झिरियों में से घुसकर आती है।
5. अगर मैं पॉइप पर अपना कान लगाता हूं तो मुझे किसी के खटखट करने की आवाज सुनाई देती है और अगर कान हटाता हूं तो आवाज नहीं आती है। यह ध्वनि धातु से होकर ही आती है।
6. त्रिकोण (एक प्रकार का वाद्ययंत्र) से आवाज इसलिए आती है क्योंकि वह धातु का बना है और सही आकृति का है।
7. जॉयलोफोन (एक प्रकार का वाद्ययंत्र) को बजाने पर उस पर लगी धातु की छोटी पट्टियां कंपन करती हैं और यही कंपन ध्वनि में परिवर्तित होती है।
8. मेरी राय में जब कोई वस्तु तेज या हलके कंपन करती है तो हमें तीव्र और मद्धम स्वर मिलते हैं।
9. मैं अपने कानों पर हाथों को रखकर आवाज को थोड़ा कम कर सकता हूं।

यह करने के लिए आपको पहले ध्वनि संबंधी उन मुख्य परिकल्पनाओं के बारे में सोचना होगा जो हम बच्चों में विकसित करना चाहते हैं। प्राथमिक स्कूल के बच्चों के लिए निम्न बातों को समझना पर्याप्त होगा :

- जब कोई वस्तु कंपन करती है तो ध्वनि पैदा होती है;
- जब कंपन हमारे कानों तक पहुंचते हैं तभी हमें ध्वनि सुनाई पड़ती है;

- ध्वनि अलग-अलग पदार्थों से होकर जा सकती है और कंपनों की आवृत्ति पर ही ध्वनि की तीव्रता निर्भर करेगी।

वैज्ञानिक विचारों का क्रमबद्ध विकास : सामान्य लक्षण

जैसे-जैसे बच्चे अपने विचार बदलते हैं; उन्हें नए प्रमाणों के अनुरूप बनाने के लिए सुधार करते हैं या वैकल्पिक मान्यताएं अपनाते हैं, वैसे, जैसे ये विचार :

- अधिक विस्तृत क्षेत्र में लागू होते हैं और संबंधित घटनाओं पर भी लागू होते हैं;
- ज्यादा अमूर्त और जटिल हो जाते हैं;
- ज्यादा सूक्ष्म और संख्यात्मक हो जाते हैं।

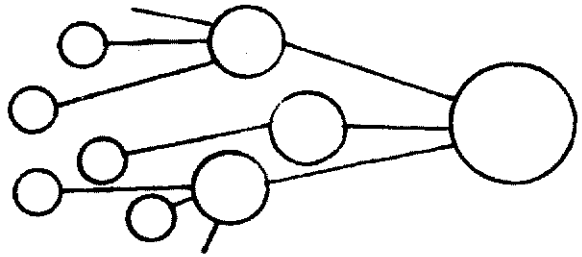
अलग-अलग मान्यताओं के लिए इनके भिन्न-भिन्न रूप होंगे परंतु सभी विचारों की प्रगति के लक्षण लगभग एक-समान होंगे। आगे कुछ उदाहरणों के माध्यम से हम इन लक्षणों को विस्तार से देखेंगे।

विचारों की व्यापक उपयोगिता एवं संबद्ध परिघटनाओं का एकीकरण

अकसर बच्चे ऐसी मान्यताएं विकसित करते हैं जो किसी घटना विशेष की व्याख्या करती हैं परंतु उन्हें अन्य संबंधित घटनाओं की मान्यताओं से नहीं जोड़ती हैं। उदाहरण के लिए, एक ही बच्चा, पानी के 'गायब' होने की व्याख्या (वाष्पीकरण) को, विभिन्न परिस्थितियों के अनुसार अलग-अलग प्रकार से करता है। पानी को गड्ढे में 'गायब' होते हुए देख वह सोचता है कि पानी को जमीन ने सोख लिया होगा। मछली के टैंक से पानी गायब होने पर वह सोचता है कि पानी को मछली ने पी लिया होगा। अगर टैंक ऊपर से खुला हो, तो शायद पानी को मक्खियों ने पी लिया होगा, या फिर किसी ने पानी को चुपके से निकाल लिया होगा! जब गीले कपड़े रस्सी पर सूख रहे होते हैं तो पानी टपक-टपक कर नीचे गिर जाता होगा।

शिक्षक का काम बच्चे को यह दिखाना है कि ये सभी संबंधित घटनाएं हैं और इन सभी की व्याख्याएं एक ही प्रकार से करनी होगी। इसके लिए पहले बच्चे को पूर्व-मान्यताओं की जांच करनी होगी और अपना संदेह दूर करके स्वीकार करना होगा कि वे प्रमाणों पर खरी नहीं उतरती हैं। गड्ढे में प्लास्टिक शीट का अस्तर लगाएं जिससे कि पानी जमीन में न रिसे, टैंक से मछलियों को निकाल कर पानी से भरकर देखें और कपड़ों से गिरते पानी को एकत्र करने की कोई युक्ति लगाएं। बाद वाली स्थिति में जब गीले कपड़ों में से पानी टपकना खत्म हो जाता है तब कपड़ों में लगा पानी कहां जाता है? क्योंकि गीले कपड़ों के आसपास केवल हवा है इसलिए इस बात की अत्यधिक संभावना है कि पानी हवा में ही 'गायब' हुआ होगा। फिर शिक्षक यह सुझाव दे सकता है कि इस घटना की व्याख्या शायद अन्य घटनाओं पर भी लागू हो जहां पर पानी 'गायब' होता हो। बच्चा सोचने के बाद अपनी मान्यताओं की जांच कर सकता है और अन्य संभावित कारणों को नकार सकता है।

नीचे योजनाबद्ध ढंग से अलग-अलग मान्यताओं को संकलित करके एक 'बड़ी' मान्यता गढ़ी गई है जिससे कि उसे घटनाओं की पूरी विस्तृत शृंखला पर लागू किया जा सके। यह प्रक्रिया जीवन भर चालू रहती है।



उत्तरोत्तर अमूर्त होते विचार

अधिक व्यापक रूप से लागू होने के कारण यह लक्षण विचारों का सम्मिश्रण है क्योंकि अब ये अलग-अलग स्थितियों पर खरे उतरेंगे और किसी परिस्थिति विशेष से स्वतंत्र होंगे। अब उनका संबंध सामान्य स्थितियों से अधिक और ठोस पक्षों से कम होगा। यहां पर हम वह उदाहरण लेंगे जिसमें शीतल पेय के डब्बे (कैन) को गर्म कमरे में लाने पर, उसकी बाहरी सतह पर ओस जैसी बूंदें जम जाती हैं। बच्चे इसे धातु का 'पसीना' छूटना कहते हैं। इस घटना की खोजबीन के दौरान बच्चे समान परिस्थितियों में अन्य सतहों पर बूंदों के प्रभाव का अध्ययन कर सकते हैं : पीने के पानी के गिलास पर, प्लास्टिक के डब्बों पर और फ्रिज में से निकाले ठंडे फलों जैसी वस्तुओं पर। इन सभी चीजों को 'पसीना' आता होगा इस पर शायद बच्चों को शक हो, परंतु अगर ऐसा न हो तो भी 'पसीने' की परिस्थितियों की जांच की जा सकती है। 'पसीने' की परिकल्पना के आधार पर ऐसी उम्मीद की जा सकती है कि अगर डिब्बे (कैन) को प्लास्टिक से ढक कर फ्रिज के बाहर निकाल कर गर्म कमरे में लाया जाए तो भी धातु की बाहरी सतह पर बूंदें होंगी क्योंकि बच्चों की मान्यता के अनुसार बूंदें धातु से ही निकली होंगी। इस अनुमान की जांच से पता चलेगा कि असल में बूंदें डिब्बे की धातु पर न बनकर केवल प्लास्टिक पर ही बनती हैं। क्योंकि हवा के संपर्क में प्लास्टिक है, धातु नहीं, इससे पानी की बूंदें हवा से आई होंगी यह व्याख्या अधिक सही होगी और उसकी जांच की जा सकती है।

पानी की बूंदें हवा से आ सकती हैं, बच्चों में इस बात की समझ कई तरीकों से आ सकती है (पृष्ठ 77 देखें)। यहां महत्त्व की बात यह है कि हम ऐसी मान्यता की ओर बढ़ रहे हैं जो उन सभी स्थितियों की व्याख्या कर सकती है जहां बूंदें दिखाई पड़ती हैं (खिड़कियों, दर्पणों पर)। यहां पर हम मूर्त दिखने वाली मान्यता से, अमूर्त–न दिखने वाली यह मान्यता कि अदृश्य हवा में पानी है, की ओर बढ़ते हैं। इसमें आश्चर्य की बात नहीं है कि छोटे बच्चों को जांच-पड़ताल करने के बाद भी इस प्रकार से सोचने में कठिनाई होती है। उनके लिए 'इसका हवा से कुछ लेना-देना होगा' सोचना भर ही पर्याप्त होता है। बाद में यह मान्यता और विकसित होगी।

विज्ञान की अधिकतर सशक्त मान्यताएं काफी अमूर्त होती हैं। जब कुछ ऐसा सोचना पड़ता है जिसका वास्तविकता से कोई सीधा रिश्ता न हो तो उसमें बड़ों को भी खूब माथापच्ची करनी पड़ती है (उदाहरण के लिए, चार आयामी अंतरिक्ष)। वैसे तो सभी अवधारणाएं कुछ हद तक अमूर्त होती हैं और यह सिलसिला जारी रहता है। प्राथमिक स्कूल में हम बच्चों को सरल-सी अमूर्त अवधारणाओं के उपयोग में मदद कर सकते हैं परंतु हमें उनसे आण्विक संरचनाओं जैसे बहुत जटिल मॉडल इस्तेमाल करने की अपेक्षा नहीं करनी चाहिए।

मान्यताओं की बढ़ती जटिलता

बच्चे शुरू में वस्तुओं की व्याख्या मात्र उनके अंगों या लक्षणों के आधार पर करते हैं (उदाहरणार्थ, ढोलक को जब हम बजाते हैं तब उसमें से आवाज निकलती है)। परंतु इस मान्यता में कोई यांत्रिक-रचना नहीं होती है–घटनाएं इसलिए होती हैं क्योंकि वहां पर कुछ पुर्जे हैं, मसलन साइकिल के पहिए चेन के कारण गोल-गोल घूमते हैं और गेंद भारी होने के कारण ऊपर उछालने के बाद नीचे आती है। बाद में इन मान्यताओं का यंत्र-प्रणालियों के जुड़ने से विस्तार होता है और तभी यह सचमुच में व्याख्या बनती है।

हरेक मान्यता पिछली मान्यता की तुलना में अधिक जटिल होती है। मान्यताओं में जटिलता उनके अधिक विकसित होने का लक्षण है और विकास की यह प्रक्रिया माध्यमिक कक्षा के दौरान जारी रहती है। यहां 'घुलने' की मान्यता का ही उदाहरण लें। शुरू में तो पदार्थ के रूप में इसकी व्याख्या की जाती है, जैसे चीनी का पानी में गायब हो जाना। परंतु जल्द ही बच्चे को इसमें कुछ अटपटा लगेगा क्योंकि चीनी तो अभी भी पानी में ही है, (उसे चखा जा सकता है) अतः घुलने की कल्पना में चीनी की मौजूदगी को समझाना पड़ेगा। अनुभव बढ़ने के साथ बच्चों को लगेगा कि इसका घुलने या न घुलने से कोई संबंध नहीं है–कुछ चीजें घुलती हैं और पानी को रंग देती हैं, कुछ आंशिक रूप से ही घुलती हैं और एक समय ऐसा आता है जब उन्हीं चीजों का घुलना संभव नहीं होता है। तब मान्यता को आगे ले जाना पड़ेगा और घुलने वाली चीज और घुलने वाले माध्यम के संबंध को खोजना पड़ेगा। इसके लिए, चीनी का पानी में क्या होता है यह समझना जरूरी होगा और उसके लिए अलग-अलग परमाणुओं की जानकारी चाहिए होगी। यह प्राथमिक स्कूल के स्तर से बहुत ऊपर की बात है और यह शायद विज्ञान विशेषज्ञों के काम की ही बात है। बाकी लोगों के लिए कुछ कम जटिल मान्यता ही पर्याप्त होगी। इससे यह भी स्पष्ट होता है कि अलग-अलग स्तर पर काम करने के लिए व्याख्या का विस्तार किया जा सकता है।

सटीक एवं मात्रात्मक होती जा रही मान्यताएं

संबंधों के वर्णन में इसे सबसे आसानी से देखा जा सकता है। हवा को दबाने और उसके स्थान घेरने के बीच संबंध के बारे में छोटे बच्चों की भी कुछ मान्यताएं होती हैं। जब साइकिल का टायर भरा होता है तो उसमें हवा भरने में अधिक बल लगता है। हवा को थोड़ी-सी जगह में दबाने में ज्यादा बल लगाना पड़ता है। इसे आलू की पॉप-गन (खिलौने की बंदूक) में देखा जा सकता है। इस चरण से आशय है 'अधिक दबाव तो कम आयतन'। प्राथमिक स्कूल के बहुत बाद ही यह मान्यता और सूक्ष्म रूप से विकसित होगी

और तब आयतन में कमी और दबाव में बढ़ोतरी के अनुपात को समझा जा सकेगा (बाद में इसे गैसों के नियम में मात्रात्मक रूप से समझाया जाएगा)।

यद्यपि प्राथमिक स्कूल के बच्चों की पढ़ाई संबंधों के गुणात्मक पक्षों तक ही सीमित होती है, उन्हें सूक्ष्म मान्यताओं की ओर बढ़ने के लिए भी प्रेरित किया जा सकता है। वे केवल यह न देखें कि एक चीज दूसरे के साथ कैसे बदलती है, परंतु यह भी देखें कि वह कितना बदलती है। हम आगे देखेंगे कि शिक्षक प्रगति की इस दिशा में बच्चों की सहायता कैसे कर सकते हैं।

बच्चों की वैज्ञानिक परिकल्पना के विकास में सहायता

बच्चों की मान्यताओं का विस्तार कैसे किया जा सकता है इसके कुछ उदाहरण तो पहले दिए जा चुके हैं, परंतु शायद कुछ रणनीतियों को और स्पष्ट किया जा सकता है। इसके लिए सबसे पहले हमें बच्चों की मान्यताओं को जानना होगा और उसके लिए अध्याय 11 में दिए गए सुझाव उपयोगी होंगे।

एक बार लिखकर, बोलकर, चित्र बनाकर अथवा वास्तव में प्रयोग द्वारा मान्यताएं व्यक्त हो जाएं तो फिर इनके विकास के लिए नीचे सुझाए गए उपयोगी कदम उठाए जा सकते हैं :

- बच्चों को उनकी मान्यताओं की जांच करने में मदद दें;
- बच्चों को उनकी मान्यताओं को नई परिस्थितियों में अपनाने और समस्याएं सुलझाने की चुनौती दें;
- चर्चा करें जिससे कि बच्चे अन्य लोगों की मान्यताओं से अवगत हो सकें और साथ में बच्चों को उनकी भाषा के विकास का अवसर दें;
- बच्चों से मान्यताओं को सही प्रकार से दर्शाने को कहें;
- बच्चों को सावधानीपूर्वक ही मान्यताओं के सामान्यीकरण के लिए प्रोत्साहित करें।

बच्चे अपनी मान्यताओं का परीक्षण करें

बच्चे अपनी मान्यताओं से तब तक चिपटे रहेंगे जब तक उनके सामने परिवर्तन के लिए जरूरी पक्के सबूत नहीं होंगे। तर्कों और शब्दों का उन पर ज्यादा असर नहीं होता है; यह जरूरी है कि बच्चे चीजों को स्वयं देखें और समझें। मान्यताओं की जांच के दौरान प्रगति करने की अनेक संभावनाएं हैं। कुछ उदाहरण तो पहले दिए जा चुके हैं—गड्ढे में पानी कैसे 'गायब' होता है और क्या धातु को सचमुच 'पसीना' छूटता है। इस पद्धति का उपयोग पूरी तरह से शिक्षक पर ही निर्भर करता है। बच्चे की मान्यता जानने के बाद शिक्षक को निम्न बातें अमल में लानी चाहिए :

- बच्चे की मान्यताओं को गंभीरता से लें;
- बच्चे की मान्यता को ऐसे रूप में ढालने में मदद करें जिससे कि उसकी जांच करना संभव हो सके;
- बच्चे की मदद करें जिससे कि परीक्षण 'सही' हो और परिणाम से वास्तव में मान्यता की जांच

हो (इसके लिए पिछले अध्याय के सुझावों का इस्तेमाल किया जा सकता है);
- बच्चे से जांच के नतीजों को समझाने के लिए कहें जिससे कि सर्वश्रेष्ठ व्याख्या स्थापित की जा सके।

मान्यताओं का उपयोग और समस्या समाधान

मान्यताओं को चुनौती दिए बिना भी समस्याओं का हल खोजने के माध्यम से बच्चों की मान्यताओं को बदला जा सकता है। नीचे सुझाई गई समस्याओं में मान्यताओं को लागू करना होगा। अगर पहली मान्यता काम नहीं करेगी तो बच्चे दूसरी का उपयोग करने की कोशिश करेंगे :

1. तीन साबुत अंडे हैं (एक पूरी तरह उबला है, दूसरा आधा उबला है, तीसरा कच्चा है)। अंडों को बिना तोड़े उनकी पहचान करें।
2. दो बल्ब, एक बैटरी और तार के कुछ टुकड़े दिए गए हैं। जितनी तेज रोशनी का एक बल्ब जलता है उतनी ही तेज दोनों बल्बों की करें।
3. नमक और रेत के मिश्रण में से दोनों को अलग-अलग करें।
4. आपके पास अलग-अलग आकार के बर्तन हैं, यह मालूम करें कि किस बर्तन में सबसे अधिक पानी समाएगा।
5. मक्का उगाने के लिए कौन-सी खाद सर्वोत्तम होगी।
6 इससे पहले कि कटे हुए फूल मुरझाएं आप उन्हें जीवित रखने के लिए कक्षा में क्या कर सकते हैं।

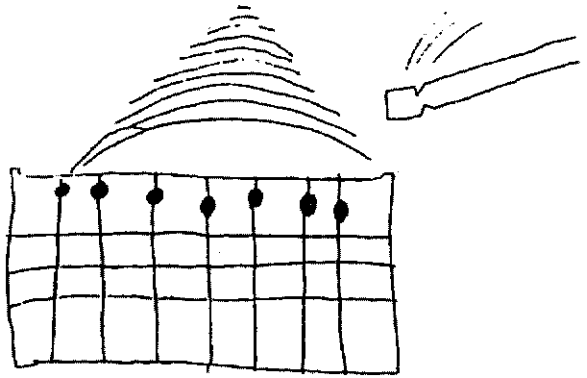
इस तरीके में कुछ सावधानी बरतनी पड़ेगी क्योंकि समस्याओं का समाधान इस बात पर निर्भर करेगा कि बच्चे उन्हें हल करने के लिए कितने प्रेरित हैं। जब बच्चे खुद ही समस्याओं को चुनेंगे तो यह अधिक संभव होगा। परंतु इसका सही समय पर इंतजाम करना मुश्किल होगा। इसलिए समस्या किस समय प्रस्तुत की जाए इसके लिए काफी सोच-विचार करना होगा। अगर पाठ्यक्रम के दौरान ही, सहज रूप से समस्याएं उठें, या उन्हें उठाया जाए तो सबसे अच्छा होगा। इससे समस्याओं का उद्देश्य और उनका संदर्भ स्पष्ट होगा। ऊपर की समस्याओं के यदाकदा उपयोग में आनंद आएगा और बच्चों की प्रगति में भी सहायता मिलेगी। परंतु उनके बार-बार इस्तेमाल से लाभ नहीं होगा।

चर्चा और प्रस्तुति की भाषा का विकास

यद्यपि बच्चों की मान्यताओं की जांच के लिए प्रत्यक्ष अनुभव होना जरूरी है। परंतु इसका यह मतलब नहीं है कि वे इन मान्यताओं को दूसरे लोगों से चर्चा करके या पुस्तकें पढ़कर या चित्र देखकर नहीं सीख सकते हैं। दूसरों को अपने विचार बताते समय हम उन्हें सुस्पष्ट करके एक क्रम में रखते हैं और उनके पीछे क्या कारण हैं उन्हें बता सकते हैं। इस प्रकार के अनुभव बच्चों को अपने विचारों पर चिंतन करने और उनका औचित्य समझाने के लिए प्रोत्साहित करते हैं। चर्चा के दौरान बच्चों को यह भी पता चलता है कि अन्य लोगों के विचार उनसे भिन्न हो सकते हैं। इससे वे या तो अपने विचारों की समीक्षा कर सकते हैं या फिर दूसरों की विपरीत मान्यताओं को चुनौती दे सकते हैं।

बच्चों द्वारा अपनी मान्यताओं की अभिव्यक्ति

मान्यताओं को शब्दों के अलावा अन्य तरीकों से भी समझाया जा सकता है। चित्र और मॉडल भी किसी विचार को प्रदर्शित करने में उपयोगी हो सकते हैं और चिंतन और चर्चा के विषय बन सकते हैं। नीचे, एक सात साल की लड़की ने ढोलक को पीटने को चित्रित किया है। इसमें जिस प्रकार ढोलक से ध्वनि का फैलाव और उसका धीरे-धीरे कम होना दिखाया गया है उसे शब्दों में वर्णन करना शायद संभव नहीं होता।



बच्चे के विचार जानने के लिए यह चित्र शिक्षक के लिए तो उपयोगी है ही (इसके बारे में अध्याय 11 में विस्तार से चर्चा है) बच्चों के लिए भी इस प्रकार का प्रदर्शन बहुत मूल्यवान है। शब्दों के अर्थ को समझा पाने के लिए बहुत बारीकी से सोचना पड़ता है। बहुत से शब्दों को वयस्क लोग रूपक (भावार्थ) की तरह उपयोग करते हैं परंतु बच्चे उनका शाब्दिक अर्थ ही निकालते हैं। इसकी झलक हमें एक बच्चे के चित्र में मिलती है। इसमें उसने पानी से भाप बनने की प्रक्रिया पर सूर्य के प्रभाव को दर्शाया है। बच्चे के अनुसार 'सूरज समुद्र के पानी को चूसता है' और चित्र में आकाश में स्थित सूर्य को एक बहुत लंबी नली (स्ट्रा) के द्वारा समुद्र से पानी चूसते हुए दिखाया गया है।

बच्चों में सामान्यीकरण की प्रावृत्ति

अपने विचारों को विस्तृत करना, उन्हें गहरा करना और विभिन्न स्थितियों में लागू करना मान्यताओं की प्रगति का सूचक है। बच्चों को सीमित, विशेष गतिविधियों को समझाने वाली मान्यताओं से आगे उन विचारों की ओर अग्रसर होना चाहिए जिनके द्वारा वे बहुत-सी व्यापक घटनाओं को समझ सकें।

बच्चों को सामान्यीकरण के लिए अधिक प्रोत्साहन की जरूरत नहीं होती है। उनकी प्रवृत्ति सहज ही सामान्यीकरण (वह भी बहुत व्यापक) करने की होती है। 'सभी लकड़ियां तैरती हैं' या 'चुंबक सभी धातु की वस्तुओं को उठा सकता है' और 'बिजली बड़ी खतरनाक होती है' जैसे दावे अकसर बहुत सीमित उदाहरणों के आधार पर किए जाते हैं। इस प्रकार के अनुभव बच्चों के जीवन में होते हैं। अगर उनका कुत्ता कुत्ताघर में रहता है तो इस आधार पर बच्चे मान लेते हैं कि सभी कुत्ते 'कुत्ताघरों' में ही रहते होंगे। इसी प्रकार बच्चे भाषा के नियमों के सामान्यीकरण का भी प्रयास करते हैं।

सामान्यीकरण की क्षमता को हमें प्रोत्साहित करना चाहिए क्योंकि इसके बिना बच्चों को बहुत-सी पृथक घटनाओं को समझना पड़ेगा। परंतु विज्ञान में प्रमाणों का बहुत महत्त्व है। हमें बच्चों को सामान्यीकरण के पक्ष में सबूत जुटाने के लिए चुनौती देनी चाहिए। जिन व्याख्याओं के पक्ष में सीमित प्रमाण हों उनसे बच्चों को सतर्क रहना चाहिए। इसका एक लाभ यह होगा कि हम सभी सामान्य व्याख्याओं और सिद्धांतों को एक वैज्ञानिक दृष्टि से देखेंगे–'जहां तक हमें पता है ये सत्य हैं' पर भविष्य में, प्रमाणों के आधार पर इनमें सुधार हो सकता है। वैज्ञानिक मान्यताओं को केवल उपयुक्त सुझावों के रूप में ही लिया जाए, तभी इनकी सही नींव पड़ेगी।

अध्याय 7

भाषा, बातचीत और रिपोर्टिंग

परिचय

प्रायोगिक गतिविधियां विज्ञान अध्ययन के लिए अत्यधिक अनिवार्य हैं, परंतु जब ये बातचीत और लिखने का आधार होती हैं तो उनसे और अधिक लाभ होता है। भाषा के उपयोग से बच्चे अपनी गतिविधियों को अपने दिमाग में दोहरा सकते हैं। उन्हें अपने और दूसरों के लिए सूत्रबद्ध भी कर सकते हैं। यही चिंतन, व्याख्या, अनुभवों को साथ लाने, घटनाओं और मान्यताओं से संबंध जोड़ने और अवधारणाओं के विकास का आधार है। इसकी चर्चा अध्याय 6 में की गई है।

विज्ञान की बहुत-सी कक्षाओं में इन बिंदुओं को नकारा जाता है। बच्चे चुप रहते हैं या फिर फुसफुसाते हैं–उन्हें अपने काम के संबंध में खुलकर, चुनौतीपूर्ण चर्चाओं और तर्क-वितर्क में भाग लेने का मौका ही नहीं मिलता है। गतिविधि खत्म होने के बाद वे उसके बारे में, शीर्षकों वाली एक औपचारिक रिपोर्ट लिख देते हैं जो सामान्यतः उलझन पैदा करती है और प्रायः उन्हें बहुत उद्वेलित करती है।

हमारी धारणा है कि ऐसे में हम अव्वल तो सीखते नहीं और फिर वैज्ञानिक अध्ययन में नकारात्मक मूल्यों को आत्मसात कर लेते हैं; अतः शिक्षकों के लिए आवश्यक है कि वे औपचारिक लेखन की सीमाओं को समझें और बातचीत के द्वारा उन्हें विश्वास दिलाएं। इस अध्याय में हम विज्ञान अध्ययन में बातचीत की भूमिका के बारे में चर्चा करेंगे। इसके बाद हम वैज्ञानिक शब्दावली से परिचय की समस्याओं पर विचार करेंगे। यह एक कठिन मुद्दा है, क्योंकि समझ के साथ सीखने के लिए जो भी शब्द बच्चे इस्तेमाल करें उनका मतलब वे समझें; परंतु अच्छे संप्रेषण और सोच की गहराई के लिए विशेष शब्दावली आवश्यक होगी।

व्यवहार में बच्चे यदि कुछ शब्दों का उपयोग करते हैं तो हम यह कैसे जानेंगे कि वे उनका अर्थ भी समझते हैं।

इस अध्याय के तीसरे खंड में हम विज्ञान के संदर्भ में पढ़ने और लिखने के माध्यम से संप्रेषण के बारे में चर्चा करेंगे। बच्चे सीखने के लिए किस प्रकार रिकॉर्ड रखते हैं और रिपोर्ट बनाते हैं यहां इस बात पर विशेष ध्यान दिया गया है।

बातचीत और विचार

यहां एक बच्ची (ब) और उसकी अध्यापिका (अ) के बीच जन्मदिन और बड़े होने पर हुई एक बातचीत प्रस्तुत है। आप पढ़ते समय इस बात पर ध्यान दें कि (ब) किस प्रकार अपने विचारों की काट-छांट करती है?

ब: आज प का जन्मदिन है। वह मेरे ही समान 8 वर्ष का है, पर मैं अगले माह 9 वर्ष की हो जाऊंगी।

अ: क्या तुम्हें बड़ा होने में पूरा एक साल लगता है?

ब: हां... न, नहीं लगता है।

अ: क्या तुम कल के मुकाबले आज ज्यादा बड़ी हो?

ब: नहीं, मैं कल 8 वर्ष की थी और आज भी 8 वर्ष की हूं।

अ: क्योंकि अब प 8 वर्ष का है इसका मतलब है कि वह बिलकुल तुम्हारे उम्र का हुआ?

ब: हां।

अ: अगर मुझे दोनों में से बड़े वाले को कुछ देना हो तो वह किसे मिलेगा?

ब: प को।

अ: क्यों?

ब: नहीं, मुझे मिलना चाहिए, क्योंकि मैं 8 वर्ष की थी... अगर उसने मेरी बराबरी की होती तो मैं उससे पहले धरती पर आई होती और वह मेरे पीछे होता।

अ: बराबरी! यानी कि अब तुम दोनों की आयु एक है?

ब: नहीं, मुझे ऐसा नहीं लगता है। मैं बड़ी हूं, क्योंकि मैं साढ़े आठ की हूं।

अ: क्या तुम अब और बड़ी हो रही हो–क्या तुम कल, आज के मुकाबले ज्यादा बड़ी नहीं होगी?

ब: नहीं, मैं 28 अप्रैल तक इसी उम्र की रहूंगी।

अ: बड़े होने का क्या मतलब है?

ब: मैं 8 वर्ष की हूं और आज मेरा जन्मदिन है और मैं जब 9 वर्ष की बनूं तो... बड़े होने का मतलब है जब तुम्हारा जन्मदिन आए तब तुम (हर साल) बड़े होते हो। बड़े होने का मुझे मतलब मालूम नहीं.. उसका मतलब शायद सफेद बाल और झुर्रियां होना है–मैं यही सोचती हूं। ऐसा होता है कि पहले तुम छोटे होते हो फिर लंबे होते हो और फिर उससे भी ऊंचे होते हो और तब जाकर तुम बड़े होते हो।

अ: जैसे-जैसे तुम बड़े होते हो वैसे-वैसे तुम लंबे भी होते हो?

ब: हां, ऐसा ही होता है।

अ: हमेशा?

ब: कभी होता है और कभी नहीं भी होता है। क्योंकि जब मैं एकदम नन्ही-मुन्नी थी तब मैं बहुत छोटी थी परंतु अब मैं काफी लंबी हूं।

अ: बड़े लोगों के साथ क्या होता है? क्या उनके जन्मदिन होते रहते हैं?

ब: हां, होते रहते हैं।

अ: क्या उनकी लंबाई भी बढ़ती जाती है?

ब: नहीं, मुझे ऐसा नहीं लगता है। पर मैं यह पक्की तरह से नहीं कह सकती हूं। मेरे खयाल से कुछ लोग बढ़ते हैं और कुछ लोग नहीं। तुम बड़े होने के साथ छोटे भी हो सकते हो।

अ: क्या तुम किसी को जानती हो जो छोटा हुआ हो?

ब: नहीं, पर मैं ऐसे लोगों को जानती हूं जो बड़े हुए हैं। मेरे चाचा तो विशालकाय हो गए हैं!

अ: क्या अब उनका बढ़ना बंद हो गया है?

ब: नहीं, वे और बढ़ रहे हैं?

अ: क्या वे बूढ़े हैं?

ब: वे कोई तीस साल के होंगे।

अ: कितने बूढ़े होने पर इंसान बूढ़ा होता है? तुम्हारी राय में बूढ़ा कौन होगा?

ब: यह व्यक्ति पर निर्भर करेगा। अगर व्यक्ति कमजोर होगा तो उसे अधिक समय नहीं लगेगा– अगर वह बलवान होगा तो काफी समय लगेगा।

शुरू में ही ब ने इस बात का खंडन किया कि वह प से बड़ी है। बाद में वह बड़ी उम्र और बूढ़ेपन के लक्षणों में उलझ गई। शायद यह कृत्रिम समस्या दिखे और इसका कारण भाषा में शब्दों का दोहरा मतलब हो–हम 'आयु' और 'बूढ़े' के एक समान और अलग-अलग मायने लगा सकते हैं। भाषा के हमेशा दो अर्थ निकाले जा सकते हैं। भाषा का उपयोग करते समय हमें शब्दों के संदर्भ को ध्यान में रखना पड़ेगा; अधिकांश शब्दों के अर्थों पर सामाजिक सहमति होती है।

बच्चों को अकसर 'दैनिक' उपयोग के उन शब्दों को इस्तेमाल करने में दिक्कत होती है जिनके विज्ञान के संदर्भ में विशेष मायने होते हैं। उदाहरण के लिए, 'ऊर्जा' शब्द का अर्थ आम बोलचाल में सक्रिय और जीवंत होता है इसलिए उसका वैज्ञानिक पक्ष के साथ मेल खाना मुश्किल हो जाता है। भरपेट भोजन के बाद हममें ऊर्जा होती है आलस्य और सोने के लिए! बच्चों द्वारा 'दैनिक' बोलचाल और 'वैज्ञानिक' संदर्भ के बीच अंतर न समझ पाने के कारण ही यह उलझन पैदा होती है।

भाषा का दोहरा अर्थ आप तभी समझ पाएंगे जब आप उसे इस्तेमाल करेंगे, दूसरों के साथ बातचीत करेंगे जिससे कि आपकी बात स्पष्ट हो; सुनेंगे और देखेंगे कि अन्य लोग भाषा का किस प्रकार अलग उपयोग करते हैं; और प्रश्न पूछकर मतलब स्पष्ट करेंगे और इस प्रतिक्रिया के आधार पर अपने विचारों को सुधारेंगे।

अगले वार्तालाप में (पुनः आठ साल की बच्ची के साथ) देखें कि किस प्रकार प, शिक्षक द्वारा उपयोग में लाए शब्द 'दूरी' को स्पष्ट करते हैं। शायद उसे यह बात पहले से ही पता है कि इस शब्द को हम समय के सापेक्ष इस्तेमाल करते हैं, जैसे 'अतीत में, बहुत पहले'।

(प शिक्षक की घड़ी को देखती है क्योंकि उसे लगता है उसकी अपनी घड़ी धीमी चल रही है।)

प: आपकी घड़ी में दस बजे हैं, पर मेरी में तो अभी पूरी तरह 10 नहीं है।

ट: बड़ी सूई को 11 के अंक पर आने में कितने मिनट लगेंगे?

प: आपकी घड़ी में पांच, पर मेरे में कुछ ज्यादा, क्योंकि मेरी सुस्त है।

ट: 'सुस्त' का क्या मतलब है?

प: मतलब...उसमें कुछ कम समय दिखेगा।

ट: क्या इसका मतलब है कि समय वाकई कम है?

प: नहीं–दस बजने में–अगर आपकी सही है–पर मेरी इतनी तेज नहीं घूम रही है इसलिए वह वहां तक नहीं पहुंची है।

टः जरा दीवार घड़ी की ओर देखें। क्या 10 और 11 के बीच की दूरी उतनी ही दूरी है जितनी मेरी घड़ी में है?

पः आपका क्या मतलब है...समय से?

टः मेरा मतलब है उस वास्तविक दूरी से जिसे सूई का सिरा तय करता है।

पः दीवार घड़ी में यह बड़ी है परंतु समय में वह एक समान है।

टः तो क्या दीवार घड़ी की सूई का सिरा उसी गति से चल रहा है जिस गति से मेरी घड़ी की सूई?

पः नहीं। दीवार घड़ी की सूई अधिक तेजी से चल रही है क्योंकि उसे ज्यादा दूरी भी तो तय करनी है।

टः क्या फिर उसमें उतना ही समय लगता है?

पः हां।

टः फिर तुम्हारी घड़ी के मेरी घड़ी से पीछे होने का कारण?

पः हां, पर आपकी घड़ी, दीवार घड़ी से धीमी चलनी चाहिए परंतु मेरी आपकी वाली से ज्यादा धीमी नहीं चलनी चाहिए।

प के गति, समय और दूरी से संबंधित विकसित विचारों की तुलना ड के विचारों से करें। ड से, दीवार घड़ी और हाथ घड़ी के 4 और 5 के बीच की दूरी के बारे में, जब वही प्रश्न पूछे गए तो वह दीवार घड़ी पर अधिक दूरी की बात को मान गया। फिर :

टः क्या वह दीवार घड़ी और हाथ घड़ी पर एक जैसी है?

डः हां, दोनों ही घड़ियों में 4 से 5 तक सूइयां एक ही गति से चलती हैं।

टः दोनों एक ही समय लेती हैं, पर क्या दोनों हाथ एक ही गति से घूमते हैं? याद है अभी तुमने कहा था कि दीवार घड़ी पर अंकों के बीच की दूरी हाथ घड़ी से करीब दुगनी है।

डः हां, दोनों की गति और समय एक समान है—ऐसा होना भी चाहिए।

यहां पर ड की दूरी और समय की समझ काफी सीमित लगती है और इस बिंदु पर शब्दों को अलग-अलग ढंग से परिभाषित करके भी कोई लाभ नहीं होगा। ड की मान्यताओं को चुनौतीपूर्ण अनुभवों की आवश्यकता है क्योंकि एक समान समय का मतलब एक समान गति के होने का कोई भी मतलब नहीं निकलता है। इसलिए ड के लिए शब्दों के कुछ अलग मायने होने चाहिए जो उसे समझ में आएं और इन्हीं की मदद से वह दूसरों से बातचीत करे। बातचीत किस प्रकार सहायक हो सकती है इसे एसोसिएशन फार साइंस एड्यूकेशन द्वारा प्रकाशित पुस्तक *विज्ञान में भाषा* में समझाया गया है :

हम अन्य लोगों के साथ चर्चा करके, उन्हें अपनी समस्याओं से अवगत कराके, बातचीत के दौरान ही अपनी समझ बनाते हैं। अधिकांश लोग, दूसरों को कोई बात समझाने की बजाय खुद अपने आप से ही तर्क-वितर्क करते रहते हैं। तर्क-वितर्क के दौरान विचारों को एक नया आयाम मिलता है और वे दूसरी दिशा में विकसित होना शुरू कर देते हैं या उनके कुछ हिस्से कट जाते हैं। इस गतिविधि के द्वारा हमारा वैश्विक दृष्टिकोण धीरे-धीरे बदल जाता है।[1]

बच्चे जब किसी सामूहिक काम में लगे होते हैं तब उनके बीच बातचीत के शोध से पता चलता है कि बच्चों के बीच वार्तालाप विचारों को चुनौती देने के लिए कितना महत्त्वपूर्ण है। बार्नस, जिन्होंने इस क्षेत्र में अभूतपूर्व काम किया इसे 'खोजी' बातचीत करार देते हैं। उनके अनुसार विज्ञान में एक बच्चे के

1. एसोसिएशन फॉर साइंस एड्यूकेशन (एएसई), लैंग्वेज इन साइंस वर्किंग पार्टी, *लैंग्वेज इन साइंस*, हैटफील्ड (युनाइटेड किंगडम), एएसई, 1980। (स्टडी सीरिज न. 16)

विचार को कोई दूसरा बच्चा अपनाकर उसका विस्तार करता है और जब तीसरा उसे चुनौती देता है तब जांच द्वारा उसके प्रमाण जुटाए जाते हैं। न केवल विचार और मान्यताओं को चुनौती दी जाती है परंतु परीक्षण के तरीकों और अनुमान के आधार पर भी प्रश्न उठाए जाते हैं। जब बहुत से दिमाग एक-साथ काम कर रहे हों तो सतही और गलत जांच की संभावना कम हो जाती है। जब कोई अकेला काम करता है तो उसकी समीक्षा करने वाला और कोई नहीं होता है। भाषा वह माध्यम है जिसके द्वारा प्रक्रियाओं और विचारों को चुनौती दी जाती है। भाषा तर्क-वितर्क का आधार है और सीख के लिए अनिवार्य है।

वैसे औपचारिक रिपोर्टों और नियोजित चर्चा की सीख में अपनी एक भूमिका है परंतु बार्नस, बच्चों के परस्पर बातचीत को, खासकर जब पास में बड़े लोग न हों, को बहुत महत्त्व देते हैं। ऐसी स्थिति में एक ही समस्या पर काम करते हुए बच्चे एक-दूसरे को टोकते हैं, थोड़ा हिचकिचाते हैं और फिर एक-दूसरे के वाक्यों को ठीक करके उन्हें पूरा करते हैं। उपहास, और विचारों के गलत होने का डर—दोनों से मुक्त वातावरण में बेझिझक विचारों का आदान-प्रदान होता है। बार्नस के शब्दों में :

> शिक्षक के नहीं होने से संसाधन का केंद्र बच्चों के बीच से उठ जाता है। अब उन्हें अपनी समस्याओं का हल खुद खोजना होगा। बच्चे अब न केवल परिकल्पना करते हैं वरन उसे जांचने के लिए भी बाध्य होते हैं। इसको वे दो तरह से कर सकते हैं; एक तो अपनी पूर्व कल्पना ('दुनिया में चीजें कैसे काम करती हैं') के अनुसार और दूसरा उसे 'प्रमाणों' पर परख कर।[1]

जांच के दौरान बच्चों के बीच शिक्षक के न होने के कई लाभ होते हैं। हर समूह से अनुपस्थित रहने के कारण शिक्षक अपने आपको अपराधी नहीं मानता। परंतु इस प्रकार के परीक्षणों को आयोजित करने के लिए बहुत सोच-विचार करना पड़ता है।

वैज्ञानिक शब्दों का उपयोग

अपने परीक्षणों में बच्चे किस समय सही वैज्ञानिक शब्दों का उपयोग शुरू करें यह प्रश्न सीखने की प्रक्रिया में भाषा के महत्त्व से जुड़ा है। इसके कुछ सामान्य निर्देश हमें सीख के दृष्टिकोण से मिलते हैं, परंतु किसी विशिष्ट परिस्थिति में क्या करना है इसका निर्णय मौके पर ही लिया जा सकता है।

यहां दो मुख्य बातों को मद्देनजर रखना है : पहली, जब कोई ऐसी चीज या घटना बच्चों के सामने आए जिसके लिए उनके पास कोई शब्द न हों और दूसरी, जब बच्चे किसी शब्द का संकुचित अर्थ में, या गलत इस्तेमाल कर रहे हों। शिक्षकों की अधिक दिलचस्पी पहली बात में होती है जबकि असल में दूसरी बात कहीं अधिक महत्त्वपूर्ण है और आसानी से नजरअंदाज की जा सकती है।

सही वैज्ञानिक शब्द का उपयोग करना है या नहीं इसके लिए एक सामान्य, उपयोगी नियम है जिसमें निम्न प्रश्नों को पूछा जा सकता है। क्या सही वैज्ञानिक शब्द के इस्तेमाल से बच्चे की समझ बढ़ेगी? क्या ऐसा नहीं करने से कुछ फर्क पड़ेगा? क्या इस समय इस शब्द से परिचय करना जरूरी है?

इन प्रश्नों का उत्तर 'हां' में हो सकता है। परंतु यहां हमें एक घटना और दूसरी के बीच में अंतर करना पड़ेगा। जब चीनी और अन्य पदार्थ पानी में 'गायब' हो जाएंगे तो बच्चे इसका वर्णन करने के लिए 'पिघलने' जैसे शब्दों का प्रयोग करेंगे। इस गड़बड़ी से बचने के लिए 'घुलना' शब्द का उसी समय उपयोग करें—जब घुलने के कई प्रत्यक्ष उदाहरण बच्चों के सामने हों और वे इस शब्द का मतलब समझें।

1. डगलस बार्नस—फ्रॉम कम्युनिकेशन टु करिकुलम, पृष्ठ 29, हार्मंड्सवर्थ (यू.के.), पेंगुइन एड्यूकेशन, 1976

दूसरे उदाहरण में, उन सभी पदार्थों के लिए नाम ढूंढ़ना है जिनमें किसी सरल विद्युत परिपथ में धारा प्रवाहित हो सकती है। यहां भी अगर बच्चों के सामने सब चीजों के साथ इस प्रयोग को किया जाएगा तो उनके दिमाग में यह शब्द गहराई से बैठ जाएगा।

दूसरी अन्य स्थितियों में शायद नामकरण का काम इतना महत्त्वपूर्ण न हो और उसे करने की कोई जल्दी न हो। यह उन स्थितियों में लागू हो सकती है जब बच्चे कई अलग-अलग चीजों को देख रहे हों—खनिजों के एक संकलन को या तालाब से एकत्र की गई चीजों को। यहां पर सही नामों से परिचय कराना शायद मुख्य उद्देश्य में विघ्न डाले। चूंकि यहां पर बहुत सारी चीजें होंगी इसलिए अगर बच्चे चाहें तो वे अपने हिसाब से उनका वर्णन कर सकते हैं ('बैंगनी क्रिस्टल' या 'छटपटाता हुआ पतला लाल कीड़ा')। बच्चों को बताया जा सकता है कि इन सभी चीजों के भी नाम होते हैं, जिन्हें पुस्तकों में खोजा जा सकता है परंतु बहुत से लोगों को (जिनमें शिक्षक भी शामिल हैं) इनके नाम नहीं पता होते हैं क्योंकि वे उनका उपयोग नहीं करते हैं। (पृष्ठ 198 पर बताया गया है कि बाहर जाकर अध्ययन करते समय चीजों के नामकरण कैसे करें)

जब बच्चों ने एक अच्छा, सही शब्द—जैसे खुरदुरी सतह, जिसमें घर्षण हो, के लिए 'पकड़' शब्द समझ लिया हो तो इस स्थिति में ऊपर के प्रश्नों का उत्तर 'न' में होगा। जब तक बच्चों का अनुभव उन्हें घर्षण जैसे अमूर्त शब्द का वर्णन करने के लिए बाध्य न करे, तब तक बच्चे उस शब्द का सही अर्थ नहीं समझेंगे और वह उनका सहायक नहीं होगा।

इस मुख्य सिद्धांत के अनुसार बच्चों को वे शब्द उपलब्ध कराएं जिनका बच्चे अनुभव के आधार पर मतलब समझ पाएं और जिन्हें वे उपयोगी समझते हैं। शब्द ऐसे हों जो बच्चों की शब्दावली के किसी रिक्त स्थान की पूर्ति करें और बच्चे जिनका उपयोग करें। इसके विपरीत, ऐसे शब्द जो बच्चों के अनुभव का हिस्सा नहीं होंगे वे उनका गलत इस्तेमाल करेंगे और उन्हें जल्दी ही भूल जाएंगे। जैसे-जैसे बच्चों का विकास होगा और उनके अनुभव अधिक परिपक्व होंगे, वैसे-वैसे उन्हें घटनाओं में अंतर करने और चीजों का सूक्ष्म वर्णन करने के लिए अधिक शब्दों की आवश्यकता पड़ेगी। एक ऐसा समय आएगा जब 'सांस लेने' की बजाय 'श्वसन' शब्द का उपयोग अधिक उपयुक्त होगा, पर इसका तभी इस्तेमाल हो जब बच्चे अनुभव से इनके बीच के अंतर को समझें—अन्यथा उलझन पैदा होगी। ऐसे शब्दों को देने से कोई फायदा नहीं होगा जिनका मतलब स्पष्ट न हो और जिनका बच्चे उपयोग न कर सकें।

विज्ञान सीखने में शब्दों का स्थूल, सीमित उपयोग करना बच्चों के लिए एक सामान्य बात है। जैसे-जैसे अवधारणाओं का दायरा बढ़ेगा (अध्याय 6 देखें) वैसे-वैसे शब्दों के अर्थ में भी बदलाव आएगा। बच्चों में शब्दावली का विकास, उनकी समझदारी के विकास को ही दिखाता है और इसका मतलब उन्हें 'सही शब्द देना' नहीं है। बच्चे तब वैज्ञानिक शब्दों का इस्तेमाल अपनी प्राकृतिक विशेषताओं के हिसाब से करेंगे। वे मीडिया, मित्र और स्कूल के बाहर अन्य स्रोतों से भी तकनीकी शब्द चुनेंगे और उन्हें उपयोग करने का प्रयास करेंगे। अब एक ऐसी परिस्थिति बनेगी जिसमें बच्चे शब्दों का जो इस्तेमाल करेंगे वह उनके स्थापित अर्थों से भिन्न होगा।

बच्चों के साथ अगर घटना के प्रत्यक्ष अनुभव पर चर्चा होगी तो शब्दों के बारे में उनकी समझ अच्छी तरह विकसित होगी। बच्चों के साथ 'कंपन' शब्द पर चर्चा करते समय कोई कंपन करने वाली वस्तु मौजूद होनी चाहिए। बच्चों से अन्य चीजों के उदाहरण देने को कहा जा सकता है जो 'कंपन' करती हों और इसके लिए दूसरे लोगों के विचार भी पूछे जा सकते हैं। इसमें अगर कोई दीप्तिमान रंग को 'कंपन' करता हुआ बताता है तो चर्चा से इस दुविधा को दूर किया जा सकता है। इस मौके पर उद्दीप्त रंग के

लिए कोई सही शब्द सुझाया जा सकता है।

संक्षेप में, बच्चों की शब्दावली को निम्न तरीकों से बढ़ाया जा सकता है :

- बच्चों ने जिन चीजों का अनुभव किया हो उनका वर्णन करना, या उन पर लेबल लगाने के लिए नए शब्द सुझाना।
- बच्चे जिन शब्दों का उपयोग करते हैं उनसे वे क्या समझते हैं इसे चर्चा से स्पष्ट करना और बच्चों को उन शब्दों का अधिक मान्य और पारंपरिक अर्थ समझाना।

पढ़ना और लिखना

मौखिक संप्रेषण में पढ़ना और लिखना भी शामिल है, परंतु इसमें संवाद और शब्दों को स्पष्ट करने का अवसर कम है। यह जरूरी है कि हम महज जानकारी और सही समझ के बीच फर्क करें। इस अंतर को समझने के लिए कल्पना करें कि किसी ने आपको 'कीट्स' नाम के वस्तु के बारे में बताया है और आप उनके बारे में यह लेख पढ़ रहे हैं :

> कीट्स कौतुहल जगाने वाली और उपयोगी चीजें हैं क्योंकि वे कीटिक हैं। इनमें से कुछ प्राकृतिक हैं और कुछ मानव निर्मित हैं। ऐसा मानना है कि हमारे पूर्वजों ने इनका उपयोग छोटी लकड़ियां इकट्ठा करने के लिए किया था पर क्योंकि यह हरेक मौसम में जल्दी ही सड़ जाते हैं इसलिए इसका कोई पक्का प्रमाण नहीं है। प्राकृतिक कीट्स एक दुर्लभ प्रकार की लकड़ी से बनते हैं। कुछ अन्य पदार्थों को भी कीटिक बनाया जा सकता है अगर उन्हें एक खास तरीके से कीट्स के पास लाया जाए; उनकी दिशा चंद्रमा की ओर हो और उन्हें गोल गति में रगड़ा जाए। जब दो कीट्स को एक-दूसरे के पास लाया जाता है तो एक हलकी-सी आवाज पैदा होती है जिसका सुर उनके पास आने से तेज होता जाता है। उनके बीच में एक मोटी लकड़ी रखकर इस आवाज को रोका जा सकता है। इसलिए कीट्स को हमेशा लकड़ी की पेटियों में ही रखा जाता है जिसमें प्रत्येक कीट्स के लिए एक अलग खाना होता है। कीट्स का ध्वनि से संपर्क होने पर वे कम कीटिक हो जाते हैं इसलिए यह जरूरी है कि आप तेज आवाज में न बोलें और उनके पास गाना न गाएं। कई सारे कीट्स को मिलाकर एक बड़ा कीट्स बनाया जा सकता है जो उतनी आवाज करेगा जितना छोटे-छोटे कीट्स अलग-अलग करेंगे। ट्रिलिंग उद्योग, वाद्ययंत्र के सुर मिलाने और दूरी मापने के काम में कीट्स का इस्तेमाल किया जाता है।

क्या आप कीट्स से संबंधित इन प्रश्नों के उत्तर दे सकते हैं :

- क्या वे प्रकृति में पाए जाते हैं?
- उनको किन चीजों से बनाया जा सकता है?
- वे कब आवाज करते हैं?
- किस चीज से उनके सुर में बदलाव आता है? आदि

आप इनका सही उत्तर दे सकते हैं चाहे आपको कीट्स के बारे में कुछ भी न मालूम हो। इस बात पर चिंतन उपयोगी होगा कि आप कुछ समझे बिना भी तथ्यात्मक प्रश्नों का उत्तर दे सकते हैं।

अगर कीट्स आपको कोई अजूबा चीज लगे हों तो इसका कारण आपका पदार्थों के बारे में ढेर सारा अनुभव होगा। सीमित अनुभव वाले बच्चों की स्थिति क्या होगी इसका अनुमान लगाने के लिए हमें

किसी कल्पना लोक में जाने की आवश्यकता नहीं है। चिल्ड्रंस ब्रिटानिका में, लेज़र के बारे में छपे लेख के इस उद्धरण से बात स्पष्ट होगी :

> साधारण प्रकाश के स्रोत, जैसे बिजली के बल्ब से, प्रकाश सभी दिशाओं में फैलता है, जैसे कि किसी तालाब में पत्थर फेंकने से उसकी लहरें बाहर की ओर बड़े-बड़े घेरे बनाती हैं और धीरे-धीरे क्षीण होती जाती हैं। इस प्रकार की रोशनी को असंबद्ध (इनकोहरेंट) प्रकाश कहते हैं। इसमें किरणें साथ-साथ नहीं रहतीं और चारों ओर बिखर जाती हैं। परंतु लेज़र में चीजें इस प्रकार नियोजित होती हैं कि प्रकाश की जो किरणें बाहर आती हैं वे सभी एक ही दिशा में होती हैं। इस प्रकार की रोशनी को संबद्ध (कोहरेंट) प्रकाश कहते हैं। अगर इस प्रकार के प्रकाश को एक संकरी किरण में केंद्रित किया जाए तो उसका स्रोत अत्यधिक चमकदार होगा। सबसे सशक्त लेज़र के स्रोत इतने चमकदार होते हैं कि उनकी तुलना किसी अन्य चीज से नहीं की जा सकती–सूर्य की चमक भी उनके सामने फीकी पड़ेगी।[1]

शायद यह लेख बच्चों की समझ विकसित करने में उपयोगी न लगे परंतु विज्ञान सीखने में बच्चों हेतु पुस्तकें बहुत सहायक होंगी। कक्षा में उपयोग में आने वाली पुस्तकों के अलावा भी पुस्तकें विज्ञान अध्ययन के जिन उद्देश्यों की पूर्ति कर सकती हैं, उनमें शामिल हैं :

- चित्रों, लेखों आदि के माध्यम से (प्रत्यक्ष अनुभव नहीं) बच्चों के अनुभवों का विस्तार कर सकती हैं। इनमें बहुत-सी बातें बच्चों के नजदीकी परिवेश से दूर होंगी;
- विज्ञान के मानवीय पक्ष को उजागर करके जिसमें वर्तमान और अतीत के वैज्ञानिकों और उनकी खोजों के बारे में कहानियां हों;
- विज्ञान को कहानियों, कविताओं के माध्यम से पेश करके उनका संबंध अन्य विषयों से जोड़ती हैं;
- उन चीजों के बारे में जानकारी और तथ्य उपलब्ध कराती हैं जिन्हें बच्चों ने अनुभव किया है।

एक अच्छा पाठक पढ़ते समय लेख के साथ एक प्रकार का संवाद करता है, वह सवाल उठाता है, प्रोत्साहित होता है और पुस्तक को अपनी सोच का एक अंग बनाता है। यही बातें बच्चों के लेखों पर भी लागू होती हैं; उनकी उपयोगिता तभी सबसे अधिक होगी जब उनसे बच्चों और शिक्षक के बीच एक संवाद स्थापित होगा।

अनौपचारिक और औपचारिक दोनों प्रकार के लेख संवाद का माध्यम बन सकते हैं। अकसर विज्ञान में जांच के बाद जो कुछ लिखा जाता है वह एक औपचारिक रिपोर्ट ही होती है। बहुत से बच्चों के लिए यह काम बहुत कठिन होता है और इससे पूरी क्रिया का मजा ही किरकिरा हो जाता है। अकसर बच्चों के लिए रिपोर्ट लिखने का एकमात्र उद्देश्य होता है–शिक्षक को खुश करना। इसमें केवल समय की बरबादी ही होती है–बच्चों के लिए और शिक्षक के लिए भी, जिसे इन्हें जांचना पड़ता है। इससे लिखाई के द्वारा संप्रेषण में बच्चों को कुछ भी मदद नहीं मिलती है। इसके लिए बच्चों के अनौपचारिक नोट्स से शुरू करके अन्य जरूरी बातें लिखनी चाहिए, क्योंकि जांच के दौरान क्या हुआ यह बच्चों को याद नहीं रहता है।

बच्चों को निजी कापियां प्रयोग करने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। इनमें बच्चे अपनी मर्जी से, केवल अपने लिए, जो चाहें दर्ज कर सकते हैं। इस प्रकार न केवल बच्चों को चीजें याद रहेंगी परंतु वे अपने विचारों को भी ठीक प्रकार नियोजित कर पाएंगे। विज्ञान एक सुव्यवस्थित गतिविधि है और इस प्रकार की कापियां बच्चों को अवलोकन दर्ज करने में, प्रयोग से पहले और बाद की स्थिति के बारे में चित्र बनाने में सहायक होंगी। बच्चों को ऐसा करना सीखना चाहिए और वे इसे निजी कापी बनाकर और उसका प्रयोग करके ही सीखेंगे। कापी में किस प्रकार चीजें दर्ज करें, परिणामों को तालिका में कैसे लिखें या चित्रों को लेबल कैसे करें यह सुझाव शिक्षक दे सकते हैं।

इन कापियों को कोई भी जांच नहीं सकता है, केवल उन्हें पढ़ सकता है। शिक्षक इनसे बच्चों की सोच के बारे में बहुमूल्य जानकारी प्राप्त कर सकते हैं। शिक्षक को इन्हें जांचने की अपनी तीव्र इच्छा को काबू में रखना चाहिए पर अपनी टिप्पणियां लिखनी चाहिए जिससे कि वे बच्चे के साथ एक संवाद स्थापित कर सकें। इस तरीके को एक उदाहरण के जरिए समझाया गया है :

> मारिया चुपचाप अपनी तुला के साथ काम कर रही थी। उसने ढेर सारी रूई और एक छोटी रबड़ ली। जब उसने रूई को छोटे से रबड़ से हलका पाया तो उसे बड़ा आश्चर्य हुआ। उसने इसे देखने के लिए अपने शिक्षक को बुलाया। शिक्षक ने इसमें रुचि दिखाई और उससे बातचीत की। मारिया ने दिखाया कि वह कैसे इस आश्चर्यचकित करने वाले परिणाम पर पहुंची : 'देखो? रबड़ नीचे जाती है और रूई ऊपर जाती है'। फिर शिक्षक ने उससे पूछा 'क्या तुम कोई ऐसी चीज खोज सकती हो जो रूई से भी हलकी हो?' और यह पूछकर वे आगे चल दिए। मारिया ने कई चीजों के साथ प्रयोग किया और अंत में उसे एक मूंगफली मिली जो रूई से हलकी थी। उसने अपनी कापी में लिखा 'मैंने एक ओर रूई रखी और दूसरी ओर रबड़। जब मैंने मूंगफली को रखा तो रूई नीचे चली गई।' जब शिक्षक ने इस पहेली को पढ़ा तो पहले भाग के बारे में पूछा, उन्होंने कहा 'तुम्हारी तुला देखने में कैसी थी? और दूसरे भाग के बारे में उन्होंने पूछा 'तुमने मूंगफली को कहां रखा?'।
>
> शिक्षक ने बिना भयभीत किए मारिया को अच्छे नोट्स बनाने में मदद की। मारिया ने जल्दी ही एक तराजू का चित्र बनाया जिसमें रूई ऊपर थी और रबड़ नीचे। उसने कापी में यह भी लिखा, 'रबड़ भारी था। फिर मैंने रबड़ की जगह पर मूंगफली रखी और मूंगफली हलकी निकली'। और इसे उसने एक दूसरा चित्र बनाकर दिखाया जिसमें तराजू की स्थिति उल्टी थी। और इस सब में उसे लगा जैसे यह सब कुछ उसने ही सोचा था।[1]

1. रॉबिन सेल्स एवं ब्रायन विलियम्स (संपा.), *चिल्ड्रंस ब्रिटानिका*, तृतीय संशोधित संस्करण, खण्ड 10, पृष्ठ 174, लंदन, एनसाइक्लोपीडिया ब्रिटानिका, 1981

1. जोस एल्स्टगीस्ट, वेन हारलेन एवं डेविड सिमिंग्टन, *'चिल्ड्रन कम्युनिकेट'*, डब्ल्यू हारलेन (संपा.), *प्राइमरी साइंसः टेकिंग द प्लंज...*, पृष्ठ 100–1 में

अध्याय 8

बच्चों के प्रश्न : उत्तर और प्रोत्साहन

परिचय : प्रश्न पूछने का महत्त्व

जब हम किसी चीज के बारे में कुछ जानना चाहते हैं, या उसके बारे में परेशान और उत्सुक होते हैं तो हम सभी प्रश्न पूछते हैं। हमारे प्रश्न बताते हैं कि हम क्या नहीं जानते हैं और हम क्या जानना चाहते हैं। बच्चों के प्रश्न भी भिन्न नहीं होते हैं; उनसे हमें पता चलता है कि बच्चों को क्या समझ में आया है और क्या नहीं। प्रश्न बच्चों की समझ के पैनापन के सबसे अच्छे प्रतीक हैं। कई बार, जिस प्रकार प्रश्न पूछा जाता है उससे बच्चे की पूर्व मान्यताएं झलकती हैं (जैसे एक छोटी लड़की ने खतरनाक से दिखने वाले नागफनी के पौधे को देखकर पूछा 'क्या इसके अंदर कोई जानवर है?')।

इस प्रकार बच्चों को हर प्रकार के प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करना बहुत महत्त्वपूर्ण है। इसके जरिए वे दो अनुभवों के बीच कोई संबंध जोड़ पाएंगे। इससे उन्हें अपने अनुभवों को समझने में भी आसानी होगी। परंतु विज्ञान के जरिए हमें कुछ प्रश्नों का ही भली-भांति उत्तर मिलता है, जैसे, 'हमारा परिवेश क्या है' और 'क्या है इसकी गतिविधियां'। इन प्रश्नों के जो भी संभावित उत्तर होंगे उनका जांच द्वारा सत्यापन किया जा सकता है। उदाहरण के लिए, 'क्या लकड़ी पानी में तैरती है?' 'क्या पेड़ ऊंचे पर्वतों पर उगते हैं?'। इसके विपरीत कुछ प्रश्न ऐसे हैं जिनका उत्तर वैज्ञानिक जांच से नहीं मिलेगा, जैसे, 'क्या खुशी ही जीवन का ध्येय होनी चाहिए?' या 'ज्ञान की प्रकृति क्या है?' ये प्रश्न दर्शन से संबंधित हैं, मनुष्य की प्रेरणा से संबंधित ('शहीद अपनी जान कुर्बान क्यों करते हैं?') और सौंदर्यबोध (संगीत की इन धुनों में से कौन-सी सबसे मधुर है?') के प्रश्न भी अकसर उठते हैं। ये सभी प्रश्न काफी अलग हैं और विज्ञान इनका उत्तर नहीं दे सकता है।

अलग-अलग प्रश्नों में अंतर स्पष्ट करना शिक्षकों के लिए जरूरी है। तभी वे बच्चों के प्रश्नों का जवाब ढूंढ़ने में उनकी मदद कर पाएंगे और विज्ञान की गतिविधियों में बच्चों को भी ऐसे प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित किया जा सकेगा जिनका उत्तर प्रयोग द्वारा खोजा जा सके। यह अध्याय शिक्षकों में उन कुशलताओं का विकास करेगा जिनसे वे बच्चों को कुछ विशेष प्रकार के प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित कर सकें और उनके अलग-अलग प्रकार के प्रश्नों का समाधान भी कर सकें।

विभिन्न प्रकार के प्रश्न

यहां कुछ प्रश्न दिए गए हैं जिन्हें बच्चों ने एक समुद्री-जीववैज्ञानिक से पूछा (बच्चों की आयु प्रश्न के बाद प्रकोष्ठ में दी गई है।)

- क्या यह संभव है कि समुद्र के तल में ऐसे जीव हों जिनके बारे में हमें अभी तक मालूम नहीं हो? (10)
- केकड़ों का कंकाल बाहर होता है और शरीर अंदर ऐसा क्यों? (8)
- सी अरचिन (एक प्रकार का समुद्री जीव) कैसे तैरते हैं? (5)
- आप समुद्री-जीववैज्ञानिक क्यों बने? (11)
- समुद्र खारा क्यों होता है? (6)
- सबसे पुरानी मछली कितनी पुरानी होगी? (9)
- मछलियां पानी के अंदर क्यों रहती हैं? (6)
- मछलियों की औसत आयु क्या होती है? (11)
- कुछ शार्क मछलियां लोगों को खाती हैं और कुछ नहीं, ऐसा क्यों? (9)

बच्चों को जिस विषय में रुचि होती है वे उसके बारे में इस प्रकार के प्रश्न पूछते हैं। इस प्रकार के प्रश्नों का उत्तर दे पाना किसी विशेषज्ञ के लिए भी मुश्किल, और कई बार तो असंभव हो जाता है।

एक प्राथमिक स्कूल के शिक्षक के लिए, जो समुद्री-जीव विशेषज्ञ नहीं है, ऐसे प्रश्न परेशानी के कारण बन जाते हैं। परंतु एक शिक्षक से इस विषय पर, और दुनिया के अन्य सभी विषयों पर इस प्रकार के प्रश्न बच्चे अकसर पूछते रहें।

यह समझना सहज नहीं भी हो सकता है कि सभी परिस्थितियों में बच्चों के प्रश्नों का जवाब देना अच्छी बात नहीं है क्योंकि :

- बच्चों को अगर ऐसे उत्तर मिलेंगे जिन्हें वे समझ न पाएं तो वे प्रश्न पूछने से हिचकिचाएंगे;
- प्रश्न जैसा लगता है वह वास्तव में वैसा नहीं होता है (दूसरे शब्दों में, उसे उत्तर की जरूरत ही नहीं होती है); और
- उत्तर देने से शायद बच्चों की जिज्ञासा और अपने आप जांच करके सीखने की ललक खत्म हो जाए।

हर प्रश्न का उत्तर देने की सोच से बेहतर यह होगा कि आप प्रश्नों का अध्ययन करें और आनन-फानन में उनका उत्तर देने की बजाय यह सोचें कि उनका सही समाधान कैसे हो।

बच्चों के अधिकांश प्रश्नों को हम पांच प्रकारों में बांटा सकते हैं :

1. ऐसे प्रश्न जो जानकारी हासिल करने के लिए नहीं पूछे जाते हैं पर जो असल में प्रश्नों के रूप में टिप्पणियां होती हैं ('पक्षी में इतनी चतुराई कहां से आती है कि वे अपनी चोंच से अपना घोंसला बुन लेते हैं?')।
2. ऐसे प्रश्न जिनका एक सरल तथ्यात्मक उत्तर देना होता है जिसे बच्चे आसानी से समझ सकें ('इस चिड़िया का घोंसला कहां मिला था?')।
3. ऐसे प्रश्न जिनके लिए जटिल उत्तर की जरूरत पड़े और जिसे बच्चा शायद समझ न पाए ('कुछ पक्षी घोंसले बनाते हैं और कुछ नहीं, ऐसा क्यों?')।
4. ऐसे प्रश्न जिनका उत्तर बच्चे खुद जांच-परख करके खोज सकें ('घोंसले किस चीज के बने होते हैं?')।

5. दार्शनिक प्रश्न ('क्या चिड़ियों को घोंसले बनाने में मजा आता है?')।

अभ्यास के लिए समुद्री-जीववैज्ञानिक से पूछे गए सभी प्रश्नों को वर्गीकृत करने की कोशिश करें। (इस बात का ध्यान रखें कि कुछ ऐसे प्रश्न होंगे जिनका उत्तर देना आसान हो परंतु जिनका उत्तर बच्चे खुद जांच द्वारा पा सकते हैं। ऐसे प्रश्नों को वर्ग 4 में रखें।)

इसे पहले खुद करने की कोशिश करें, फिर अगर मौका मिले तो अपने परिणामों की चर्चा दूसरों के साथ भी करें और सभी के परिणामों की भिन्नताओं में सामंजस्य कायम करें।

वर्ग 4 के प्रश्न विज्ञान की गतिविधियों के लिए सबसे अच्छे होंगे और हमें बच्चों को ऐसे प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित करना चाहिए। शिक्षक वे प्रश्न पूछें जो वैज्ञानिक प्रयोग को प्रोत्साहित करें। और इसके लिए निम्न अभ्यास दिए गए हैं :

शिक्षकों के प्रश्न जो व्यावहारिक सीख में सहायक होते हैं

कल्पना करें कि आप बच्चों के शिक्षक हैं और एक बच्चा आपके पास आता है और गर्व से एक पत्ता दिखाता है जो उसे रोचक लगा और वह उसे स्कूल आते समय उठा लाया। आप इस बच्चे से कौन-से प्रश्न पूछेंगे जिससे कि वह वैज्ञानिक जांच-परख करने के लिए प्रोत्साहित हो? (शायद ये ऐसे प्रश्न न हों जो आप बच्चों से पहली बार ही पूछें परंतु इन सही प्रश्नों को आप कभी तो पूछेंगे ही इसलिए इन पर सोचना आवश्यक है।)

सूचनात्मक प्रश्न	*व्यावहारिक प्रश्न*
सूचना द्वारा विज्ञान को बढ़ावा देते हैं।	विज्ञान को व्यावहारिक रूप से बढ़ावा देना।
उत्तर पढ़कर, लिखकर और अन्य स्रोतों से प्राप्त होते हैं।	उत्तर अपने अनुभवों से और प्रायोगिक वस्तुओं के साथ काम करके प्राप्त किए जाते हैं।
सही उत्तर देना ही अंतिम लक्ष्य होता है।	ऐसी समझ विकसित करना कि अलग-अलग उत्तर भी 'सही' हो सकते हैं और उत्तर खोजने की पूरी प्रक्रिया के दौरान सीखी गई सभी चीजों को भी सफलता की निशानी मानना।
सफलतापूर्वक उत्तर वही बच्चे दे पाते हैं जो शब्दों से परिचित होते हैं, बातचीत में चतुर होते हैं और जिनमें आत्मविश्वास होता है।	सभी बच्चे सफलतापूर्वक उत्तर दे सकते हैं।

अपने प्रश्नों को लिखें। उन्हें दूसरों को दिखाएं और उसके बाद ही निर्णय लें कि क्या वे व्यावहारिक प्रश्नों के वर्ग में आते हैं और वे (क) सक्रिय खोजबीन के जरिए बच्चों को उत्तर खोजने के लिए प्रेरित करते हैं। जांच में बच्चे अपनी ही मान्यताओं का उपयोग करते हैं और अपने विचारों का संप्रेषण करते हैं–या (ख) क्या वे बच्चों से और जानकारी मांग रहे हैं।

ये अंतर शिक्षा की दृष्टि से कितने महत्त्वपूर्ण हैं और इनका क्या प्रभाव होगा इसे पूर्व में दी गई संक्षिप्त विवरण की सारिणी में देखा जा सकता है।

बच्चों को विशिष्ट वैज्ञानिक क्षमताओं का उपयोग करने के लिए प्रेरित करते प्रश्न

प्रश्नों को हम इस प्रकार प्रस्तुत कर सकते हैं जिससे कि वे जांच द्वारा खोजबीन के साथ-साथ विशिष्ट क्षमताओं को भी प्रोत्साहित करें। अगर शिक्षक को पता हो कि कुछ बच्चों को अधिक सूक्ष्म अवलोकन या सही प्रकार से परीक्षण करने से फायदा होगा तो वह इनका उपयोग कर सकता है।

इस तरीके को एक उदाहरण से और स्पष्ट किया जा सकता है। मान लें कि बच्चे बीजों के अंकुरण का अध्ययन करने की सोच रहे हैं। बोने से पहले वे शुष्क बीजों के ढेर को देखते हैं। फिर वे बीजों को विभिन्न परिस्थितियों में और विभिन्न तरीकों से बोते हैं जिससे उनके कुछ प्रश्नों के उत्तर मिल सकें (जैसे 'क्या बीजों को उल्टा या सीधा बोने से कुछ फर्क पड़ेगा?')। वे अपनी सोच और निर्णय के अनुसार बीजों को अलग-अलग परिस्थितियों में बोते हैं। वे समय-समय पर अवलोकन और माप लेते हैं और बीजों के विकास के बारे में चर्चा करते हैं और अपने परिणामों की व्याख्या करते हैं जिससे और प्रश्न पैदा होते हैं और अन्य प्रयोग करने पड़ते हैं।

इन गतिविधियों को करते समय अलग-अलग समय पर शिक्षक नीचे सुझाए गए प्रश्न पूछ सकते हैं। इनसे बच्चों को अपनी प्रक्रिया क्षमताओं को बेहतर करने में मदद मिलेगी और साथ ही बीजों के विकास के बारे में उनका अनुभव भी बढ़ेगा।

बच्चों को अवलोकन करने के लिए प्रेरित करना

- विभिन्न प्रकार के इन बीजों में क्या अंतर है?
- समान प्रकार के इन बीजों में क्या अंतर है?
- विभिन्न प्रकार के बीजों में क्या समानता है?
- विभिन्न बीजों से उत्पन्न पौधों में क्या अंतर है?
- विभिन्न बीजों से उत्पन्न पौधों में क्या समानता है?

बच्चों को प्रश्न पूछने के लिए प्रेरित करना

- आप बीजों के बारे में क्या जानना चाहेंगे?
- इन पौधों में आप क्या खोजना चाहेंगे?

बच्चों को परिकल्पना करने के लिए प्रेरित करना

- आपकी राय में ये (सूखे) बीज उग क्यों नहीं रहे हैं?
- आपकी राय में ये किस चीज से उगेंगे?
- क्या आप सोचते हैं कि कुछ बीज अन्य की अपेक्षा अधिक तेजी से बढ़ रहे हैं?
- आपकी राय में इन्हें जल्दी से उगाने के लिए हमें क्या करना चाहिए?

बच्चों को परीक्षण एवं उसकी योजनाएं बनाने के लिए प्रेरित करना

- आप अपने विचारों का बीजों को उगाने के लिए किस प्रकार इस्तेमाल करेंगे (या पौधों की अच्छी बढ़ोतरी के लिए)?
- इसके लिए आपको किन उपकरणों की आवश्यकता होगी?
- इसके लिए आप पहले क्या करेंगे...फिर क्या करेंगे...और उसके बाद क्या करेंगे?
- आप यह कैसे सुनिश्चित करेंगे कि परीक्षण एकदम 'सही' है?
- आप परिणाम पाने के लिए किन-किन चीजों को ध्यान से देखेंगे?

बच्चों को मापने और आकलन करने के लिए प्रेरित करना

- प्रत्येक प्रकार के कितने बीज एक साथ उग रहे हैं?
- वे हरेक दिन/हरेक सप्ताह कितना बढ़ रहे हैं?
- वृद्धि में प्रतिदिन/प्रति सप्ताह क्या अंतर आता है?

बच्चों को नमूने और संबंध खोजने के लिए प्रेरित करना

- क्या बीज के आकार और उसके तेजी से बढ़ने के बीच कोई संबंध था?
- पानी (या धूप, मिट्टी की गुणवत्ता) की मात्र का बीज के उगने/बढ़ने पर क्या प्रभाव पड़ा?

बच्चों को अनुमान लगाने के लिए प्रेरित करना (जब बीज उग रहे हों और संबंध स्थापित हो चुके हों)

- अगर हम बीजांकुरों को कम या ज्यादा पानी दें तो क्या होगा?
- अगर हम उनमें दुगना (या कम) पानी डालें तो उनके विकास में क्या अंतर पड़ेगा?

बच्चों को अभिकल्पन और निर्माण के लिए प्रेरित करना

- क्या आप कोई ऐसी युक्ति बना सकते हैं जो बीजों में समान मात्रा में नियमित रूप से पानी दे?
- जब बीज बढ़ रहे हों तो क्या आप उनका भार माप सकते हैं?

बच्चों को समीक्षात्मक रूप से चिंतन करने के लिए प्रेरित करना

- अगर आपको दुबारा जांच करने का मौका मिले तो आप उसमें सुधार के लिए क्या करेंगे?
- क्या आप अपने विचारों का परीक्षण करने के लिए कोई दूसरा और बेहतर तरीका सोच सकते हैं?

बच्चों को संप्रेषण के लिए प्रेरित करना

- आपने जो कुछ किया है और पाया है उसे आप दूसरों को कैसे समझा सकते हैं?
- बीज किस प्रकार बढ़ते हैं इसका लेखा-जोखा (रिकॉर्ड) रखने का सबसे अच्छा तरीका क्या है?

बच्चों के प्रश्नों का उत्तर

हम चाहे बच्चों को ऐसे प्रश्न पूछने के लिए प्रेरित करें जिन्हें वे कर सकें या वे जिनकी जांच कर सकें, फिर भी बच्चे तरह-तरह के सवाल पूछेंगे और हमें किसी प्रकार उनका जवाब देना ही पड़ेगा। प्रायोगिक प्रश्न पूछने पर बल देने का यह मतलब नहीं है कि केवल इसी प्रकार के प्रश्न पूछे जाएं। बच्चों के अन्य प्रकार के प्रश्नों को नकारने से वे प्रश्न पूछना ही बंद कर देंगे और इस प्रकार उनकी सीख में सूचना देने का एक मूल्यवान स्रोत खत्म हो जाएगा।

नीचे एक उद्धरण दिया गया है जिसे जेली की पुस्तक *प्राइमरी साइंस : टेकिंग दी प्लंज* [1] से लिया गया है। इसमें वह तरीका सुझाया गया है जिससे कि क्रियानिष्ठ न लगने वाले प्रश्नों को बदला जा सके और बच्चों को जांच-परख में लगाया जा सके। यह विशेषकर उन प्रश्नों के लिए उपयोगी होगा जिन्हें ऊपर वर्ग (3) में रखा गया था और जिनके उत्तर के लिए प्राथमिक स्तर से ऊपर की अवधारणाओं की आवश्यकता थी।

बच्चे स्वेच्छा से प्रश्न पूछते हैं और इन प्रश्नों के अलग-अलग रूप और मतलब होते हैं। उदाहरण के लिए, नीचे दिए गए प्रश्नों को ही लें। हरेक प्रश्न पर आपकी क्या प्रतिक्रिया होगी?

1. बाघ के बच्चे को क्या कहते हैं?
2. बारिश क्यों होती है?
3. आप खिड़की में अपने चेहरे को क्यों देख पाते हैं?
4. हैम्सटर (चूहे जैसा प्राणी) क्यों बीमार है?
5. अगर मैं इन रंगों को मिला दूं तो कौन-सा रंग बनेगा?
6. अगर भगवान ने सारी दुनिया बनाई है तो भगवान को किसने बनाया है?
7. गायों की क्या आयु होती है?
8. कम्प्यूटर किस प्रकार काम करता है?
9. बेंगची से मेढक कब बनता है?
10. क्या बाह्य अंतरिक्ष में और लोग रहते हैं?

यह स्पष्ट है कि हमारी प्रतिक्रिया प्रत्येक प्रश्न की प्रकृति पर निर्भर करेगी। बच्चों के सभी प्रश्नों का उत्तर देना, चाहते हुए भी संभव नहीं होगा। प्रश्न 6 का कोई उत्तर नहीं है फिर भी हम उस पर अपनी प्रतिक्रिया व्यक्त कर सकते हैं। प्रश्न 10 भी उसी प्रकार का है, उसका भी कोई पक्का जवाब नहीं है परंतु प्रमाणों के आधार पर हम उसके जवाब का अंदाज लगा सकते हैं। बाकी सभी प्रश्नों के उत्तर हैं, परंतु इसका यह मतलब नहीं है कि सभी के उत्तर समान प्रकार के हैं और शिक्षक को उनका उत्तर पता है। बच्चों के लिए खुद भी इन सभी के उत्तर पाना संभव न होगा।

न केवल प्रश्नों के प्रकार अलग हैं, उनके उत्तर भी अलग-अलग ढंग से देने होंगे परंतु बच्चों के इन प्रश्नों को पूछने के भी अलग-अलग कारण हैं। ऐसे प्रश्न 'मुझे सीधा-सादा उत्तर चाहिए' का मतलब हो सकता है कि 'मैंने प्रश्न आपको यह बताने के लिए पूछा है कि मेरी इसमें रुचि है परंतु मैं इसका महज शाब्दिक उत्तर नहीं चाहता हूं।' या इसका आशय हो सकता है 'मैंने यह प्रश्न आपका ध्यान आकर्षित करने के लिए पूछा है–इसके उत्तर से कोई फर्क नहीं पड़ता है'। इन सभी बातों को सामने रखते हुए हम किस प्रकार विज्ञान के काम में बच्चों के स्वैच्छिक प्रश्नों को व्यवस्थित कर सकते हैं।

1 शीला जेली, 'हेल्पिंग चिल्ड्रन रेज क्वेश्चंस–एंड आन्सरिंग देम', इन : वेन हारलेन(संपा.), *प्राइमरी साइंस : टेकिंग द प्लंज...*, पृ. 53-5

यहां इसके लिए एक रणनीति सुझाई गई है...शायद यही एकमात्र संभव रणनीति नहीं है, इसमें भी गलतियां हो सकती हैं, परंतु इससे बहुत सारे शिक्षक जटिल प्रश्नों को संभाल पाए हैं। यहां जटिल प्रश्नों से मेरा मतलब है वे प्रश्न जिनमें जटिल जानकारी या संपूर्ण उत्तर की व्याख्या करनी होती है। यह तरीका सूची के, सरल जानकारी वाले प्रश्नों 1, 7, 9 पर लागू नहीं होगा क्योंकि इन्हें बताकर, संदर्भ पुस्तकें सुझाकर, या विशेषज्ञों से पूछकर, या अन्य जाने-पहचाने तरीकों से प्रस्तुत किया जा सकता है। दरअसल, यह तरीका जटिल प्रश्नों को संभालने के लिए है और विशेषकर 'क्यों' के प्रश्न जिन्हें बच्चे स्वैच्छिक रूप से सबसे ज्यादा पूछते हैं।

इस रणनीति में, प्रश्न को एक क्रिया में बदलने की कोशिश की जाती है और साथ में 'देखें कि हम प्रयोग करके और क्या सीख सकते हैं' की तरकीब अपनाई जाती है। शिक्षक की बुद्धिमानी प्रश्न को 'पलटने' में है। उदाहरण के लिए, वह स्थिति लें जिसमें बच्चों को खोज द्वारा कपड़ों के गुणधर्म पता करने हैं। उन्होंने अलग-अलग कपड़ों पर पानी गिराया है और वे नमदे (फेल्ट) पर 'गेंद जैसी पड़ी' पानी की बूंदों को देखकर मंत्र-मुग्ध हैं। इस प्रश्न को 'प्रयोग करके देखें जिससे कि कुछ और समझ में आए' तरीके से पलटा जाए? हमें परिस्थिति का जल्दी से विश्लेषण करके 'बदलने वाले घटकों का अवलोकन' करना चाहिए।

पानी और कपड़े की सतह के बीच 'कुछ हो रहा होगा' और यही गेंद जैसी बूंद का कारण होगा। अगर ऐसा है तो बच्चों की गतिविधियों के विचारों के लिए हमें विभिन्न परिस्थितियों में, पानी की छोटी गेंदों के बनने की प्रक्रिया को समझने की जरूरत होगी। इसके लिए हम एक जैसी बूंदों को अलग-अलग सतहों पर रख सकते हैं और एक ही सतह पर अलग-अलग प्रकार की बूंदों को रख सकते हैं। इन विचारों से शायद कुछ अन्य विचार उपजें जो बच्चों की क्रियाओं के ज्यादा करीब हों।

उदाहरण के लिए :

1. *सतहों पर ध्यान केंद्रित करें, बूंदों को एक-जैसा ही रहने दें :*

- नमदे (फेल्ट) की क्या विशेषता है कि उसमें ही पानी की बूंद की गेंद बनी?
- किन कपड़ों से 'अच्छी गेंदें' बनती हैं?
- किन से खराब?
- अच्छी गेंद बनाने वाले सभी कपड़ों में क्या समानता है?
- किस प्रकार की सतहों पर अच्छी गेंदें बनती हैं?
- इन सतहों और अच्छी गेंद वाले कपड़ों में क्या समान बात है?
- क्या हम नमदे (फेल्ट) को एक खराब गेंद बनाने वाले कपड़े में बदल सकते हैं?

2. *बूंद पर ध्यान केंद्रित करें, सतह को एक-समान रखें :*

- किन द्रवों से अच्छी गेंदें बनती हैं?
- पानी को हम कैसे बदलें जिससे कि उससे खराब गेंदें बनें?

आप देखें कि 'बदलने वाले घटकों का अवलोकन' करने से किस प्रकार उत्पादक प्रश्नों का निर्माण होता है जिनकी बच्चे खोजबीन कर सकते हैं। यहां प्रारंभिक प्रश्न को प्रयोगात्मक गतिविधियों में बदला गया है जिनकी जांच करके बच्चों की उस विषय के बारे में समझ बढ़ेगी। अंत में वह शायद कोई सूक्ष्म व्याख्या नहीं कर पाएं परंतु वे अपने अनुभव के आधार पर कुछ सरल अवधारणा जैसे 'गेंद बनेगी अगर...' या 'गेंद कभी नहीं बनेगी अगर...' बना पाएंगे।

कुछ शिक्षक शायद चिंतित हों कि प्रारंभिक प्रश्न अभी भी अनुत्तरित हैं, परंतु इससे कोई फर्क नहीं पड़ेगा। इस प्रश्न द्वारा बहुत अच्छी वैज्ञानिक जांच संपन्न हो पाई। शायद बच्चों के लिए इस प्रश्न का मतलब यह भी हो सकता है 'मैंने यह सवाल इसलिए पूछा था क्योंकि मैं उसमें अपनी रुचि दिखाना चाहता था'। ऐसे बच्चों की रुचि सचमुच में जागी होगी। जो बच्चे इस प्रकार के सवाल उठाते हैं अगर उनके प्रश्नों से कुछ

प्रयोगात्मक गतिविधियां उपजती हैं तो वे बहुत खुश होते हैं।
यह रणनीति संक्षेप में इस प्रकार है :

प्रश्न का विश्लेषण करें
⇓
सोचें कि क्या उसे किसी प्रयोगात्मक गतिविधि में 'पलटा' जा सकता है
(संबद्ध 'वास्तविक' पदार्थों द्वारा या उन्हें उत्तेजित कर)
⇓
'बदलने वाले घटकों का अवलोकन' करें और उत्पादक प्रश्नों की पहचान करें
⇓
प्रश्नों के सहारे गतिविधियों को आगे बढ़ाएं
⇓
उन सरल सामान्यीकरणों पर विचार करें जो बच्चों के अनुभव से उपजे हैं।

अध्याय 9

कक्षा से बाहर विज्ञान

परिचय

प्रत्येक स्कूल के वातावरण में परीक्षण करने के लिए तैयार चीजें, घटनाएं और उनके बीच संबंध उपलब्ध होते हैं। अगर स्कूल में अंदर व्यावहारिक विज्ञान के लिए साधनों की कमी भी हो फिर भी उसका परिवेश समृद्ध होगा और उसमें अनेक वैज्ञानिक और शैक्षणिक गतिविधियां करने की गुंजाइश होगी। कक्षा के बाहर, ज्यादातर सामान न केवल मुफ्त में उपलब्ध होता है परंतु उसकी अपनी एक वास्तविकता भी होती है। कक्षा की गतिविधियों की तरह, इस सामग्री से विकसित विचारों को बाद में 'वास्तविक' परिस्थितियों में लागू करके देखने की जरूरत नहीं पड़ती है और चूंकि यह सामान वास्तविक परिस्थितियों में पड़ा मिला था इसलिए तथ्य तुरंत समझ में भी आ जाता है।

इस अध्याय के दो खंड हैं। इन दोनों में कुछ सुझाव हैं जिनके आधार पर शिक्षक बच्चों के लिए क्रियाकलाप आयोजित कर सकते हैं। पहले खंड में बच्चों की जिज्ञासा जगाने के लिए पर्यावरण का उपयोग किया गया है जिससे वे सावधानीपूर्वक अवलोकन करें और समझें कि आसपास के पर्यावरण से बहुत कुछ सीखा जा सकता है। इस तरीके में एक पगडंडी बनानी है जिसमें एक 'स्टेशन' से दूसरे 'स्टेशन' से तीसरे...तक जाया जा सके और हरेक स्टेशन पर रुक कर कुछ मानसिक या शारीरिक गतिविधि की जाए जिससे कि आसपास के पर्यावरण के बारे में जानकारी बढ़े। पगडंडी किसी भी परिवेश में बनाई जा सकती है। यह प्राकृतिक हो सकती है या इसे बनाया जा सकता है और जरूरत पड़ने पर इसे स्कूल की इमारत तक ही सीमित किया जा सकता है। इन स्टेशनों पर गतिविधियां छोटी और सतही होंगी परंतु आगे की जांच के लिए यह एक अच्छी शुरुआत होगी।

दूसरे खंड में कुछ गहराई से प्राकृतिक पर्यावरण की जांच-पड़ताल करनी है और इसमें जमीन पर पौधों और छोटे जीवों की जांच करनी है। अगर आसपास हरियाली न हो तो इसे पास के किसी बाग-बगीचे में किया जा सकता है। एक विशेष जमीन के टुकड़े के विस्तृत और नियमित अध्ययन से उसमें रहने वाले जीवों के बीच के संबंध को समझा जा सकता है। उन पर मिट्टी की भौतिक परिस्थितियों, मौसम, सूरज, छांव आदि के प्रभाव को देखा जा सकता है। ऐसे अध्ययनों द्वारा प्राप्त अनुभवों और जानकारियों को अधिक विस्तृत अवधारणाओं पर लागू किया जा सकता है।

प्रयोग की पगडंडी

प्रयोग की पगडंडी को इस प्रकार व्यवस्थित किया जाता है कि वह लोगों (शिक्षकों और बच्चों) को आसपास के परिवेश में, बहुत सारी जगहों (स्टेशनों) पर ले जाए। हरेक स्टेशन पर उन्हें कोई चुनौतीपूर्ण काम करना पड़ता है। इन स्टेशनों को संस्थाओं द्वारा एक नक्शे पर दर्शाया जा सकता है या फिर लोगों को उन तक छोटे रास्ते से जाने के निर्देश दिए जा सकते हैं। हरेक स्टेशन पर चुनौती को कुछ सवालों के रूप में पेश किया जाता है। इन सवालों को पहले से 'पगडंडी बनाने वाले' ही कागज पर लिख कर रखते हैं। इन प्रश्नों का उत्तर स्टेशन पर ही किसी गतिविधि द्वारा ढूंढना होगा। इसमें ज्यादातर अवलोकन, तर्क, माप, अनुमान, सरल प्रयोगों और कभी-कभी चर्चा लाभदायी होगी।

प्रयोग की पगडंडी को *किसी* भी परिवेश में बनाया जा सकता है। वह कंक्रीट के जंगल में और हरे-भरे बगीचे में, दोनों स्थानों पर समान प्रकार से रोचक हो सकती है। ऐसा कोई परिवेश नहीं है जहां प्रयोग की पगडंडी को न बनाया जा सके। प्रत्येक पर्यावरण और उसमें बनी पगडंडी अपने आप में अनूठी होगी और उनके उदाहरणों का कोई भी इस्तेमाल कर सकता है। कुछ उपयोगी 'स्टेशनों' के उदाहरण हम अवश्य दे सकते हैं और उनको परिस्थिति के अनुसार बदला जा सकता है। इसमें कुछ तो बने-बनाए ढांचे हैं परंतु कुछ पर्यावरण की प्राकृतिक चीजें भी हैं।

प्रयोग की पगडंडी में 'स्टेशनों' के उदाहरण

1. दरवाजे के बाहर की सीढ़ियों पर खड़े हो जाएं।
   ऐसे पांच अवलोकन करें जो हवा के बहने की दिशा को दर्शाते हों।
   हवा की गति का अनुमान लगाएं।
2. कार पार्क में से कोई एक कार चुनें। उसको ध्यान से देखें और उन लक्षणों को खोजें जिनसे आपको कार के इतिहास के बारे में कुछ पता चले। क्या आपको कार के मालिक के बारे में भी कुछ पता चला?
3. मुख्य द्वार से घर के मध्य खड़े हो जाएं। आपको दो मिनट के अंदर जितनी प्रकार की आवाजें सुनाई पड़ें उन्हें नोट करें। आवाजों को दो समूहों में बाटें। आप ऐसा विभाजन कितनी प्रकार से कर सकते हैं? बार-बार आती किसी तेज आवाज को चुनें। आपको कितना चलना पड़ा इससे पहले कि आवाज सुनाई देनी बंद हो गई।
4. खेल के मैदान के पीछे लगे पलाश के पेड़ को देखें।
   उसकी ऊंचाई का अनुमान लगाने की चेष्टा करें।
5. फूलों की क्यारी के पीछे दीवार में लगे पत्थरों को देखें। क्या वे केवल सजावट के लिए लगे हैं या ढांचे का एक अभिन्न अंग हैं? अपने कारण बताएं?
6. सूरजमुखी के फूलों की दिशा को नोट करें। क्या आप उनकी दिशा का कारण बता सकते हैं?
7. अपने हाथ को तालाब में गीला करें और हाथ की छाप जमीन पर बनाएं।
   उसे सूखने में कितना समय लगेगा? मालूम करें। उसे तेजी से सुखाने का कोई तरीका सुझाएं?
8. बगीचे में बनी झोंपड़ी की छत को देखें।
   अनुमान लगाएं कि छत में कितने खपड़े लगे होंगे?

9. किसी भी भवन की छत पर खड़े होकर दूर-दराज की पहाड़ियों को देखें।
   आपको वहां 50 साल पहले लोगों के रहने के क्या सबूत दिखाई पड़े?
   आपको वहां 10 से 20 साल पहले मनुष्य के रहने के सबूत दिखाई पड़े?
   क्या आपको वहां मनुष्यों के पिछले साल रहने के कुछ सबूत दिखाई पड़े?
   वहां पिछले हफ्ते मनुष्य के रहने के क्या सबूत दिखाई पड़े?
10. किसी पगडंडी के दोनों ओर एक ही प्रकार की झाड़ी के पौधों को देखें।
    क्या उनके विकास या बढ़ने के तरीके में कोई अंतर दिखाई दिया?
    इन अंतरों के तीन संभावित कारण बताएं।

प्रयोग की पगडंडी बनाने के सिद्धांत

इन उदाहरणों में पगडंडी बनाने के कुछ सामान्य सिद्धांत इस प्रकार हैं :

1. यहां जो प्रश्न पूछे गए हैं वे 'क्रियात्मक' प्रश्न हैं न कि तथ्यात्मक जानकारी के प्रश्न (पृष्ठ 81 देखें)।
2. प्रस्तुत चुनौतियां सहभागियों को इंद्रियों से सावधानीपूर्वक तुलना, परिकल्पना करने, प्रमाण खोजने की क्षमताएं विकसित करने के लिए प्रेरित करती हैं।
3. स्टेशनों को बनाने के दो मुख्य तरीके हैं। इनमें से किसी एक का प्रयोग किया जा सकता है। पहले में, पर्यावरण के किसी विशेष और रोचक लक्षण को देखकर उसके बारे में कोई क्रियात्मक प्रश्न पूछा जा सकता है (जैसे अनुमान लगाना या कोई नमूना खोजना) या फिर कोई ऐसी स्थिति ढूंढी जा सकती है जो इस क्रिया का विषय बन सके (किसी पेड़ की ऊंचाई नापना, उसमें पत्तों की संख्या का अनुमान लगाना आदि)।
4. स्टेशन एक-दूसरे से अलग होने चाहिए ताकि लोग किसी भी स्टेशन पर किसी भी क्रम में जा सकें।
5. सहभागियों को समूहों (तीन या चार) में इकट्ठे मिल कर काम करना चाहिए। स्टेशन की गतिविधियों को, जहां कहीं संभव हो, समूह का लाभ उठाकर चर्चा को बढ़ावा देना चाहिए।

पगडंडी के उद्देश्य

जैसा कि परिचय में पहले ही कहा जा चुका है, पगडंडी का उद्देश्य पर्यावरण का संपूर्ण अध्ययन करना नहीं है। शिक्षकों के संदर्भ में इससे एक अलग, सार्थक और मूल्यवान उद्देश्य की पूर्ति होती है।

एक पगडंडी पर काम करते हुए सहभागी खुलकर एक-दूसरे से घुलमिल जाते हैं। वे आपस में बातचीत करते हैं और साथ काम करते हैं और अगर अपने परिवेश से अपरिचित हों तो उसको अच्छी तरह समझ पाते हैं। दूसरी बात यह कि गतिविधियों के दौरान वे अपनी क्षमताओं का उपयोग करते हैं जिनकी चर्चा बाद में की जाएगी। अंत में, इसमें बिना किसी उपकरण का इस्तेमाल किए हुए भी लोग वैज्ञानिक क्रियाओं के द्वारा जानकारी हासिल करते हैं। इन उद्देश्यों की पूर्ति के लिए पगडंडी को, शिक्षक प्रशिक्षण के दौरान, एक प्रारंभिक गतिविधि के रूप में शुरू करना चाहिए (औपचारिकताएं पूरी होने के बाद की सबसे पहली क्रिया के रूप में) बाद में बच्चों के लिए पगडंडी के उपयोग के बारे में चर्चा हो

सकती है। उदाहरणों से इतना अवश्य स्पष्ट होगा कि स्टेशनों को विषयों के विस्तृत अध्ययन और क्रियाओं के लिए भी उपयोग किया जा सकता है (उदाहरण के लिए, वाष्पीकरण या वे परिस्थितियां जो पौधों के स्वस्थ विकास में सहायक हों)।

सजीव परिवेश का वैज्ञानिक अध्ययन

स्कूल के आसपास का पर्यावरण वैज्ञानिक जानकारी के लिए किसी भी पाठ्य पुस्तक से कम संपन्न नहीं होता है। परंतु पुस्तक की तरह ही, अपनी समझ बढ़ाने के लिए हमें उसे पढ़ना-सीखना पड़ेगा। बच्चों के लिए विशेष रूप से इस 'पुस्तक' से सीखना बेहद जरूरी है। बच्चे अपने दैनिक अनुभवों से इस परिवेश से बहुत अच्छे तरीके से परिचित होते हैं परंतु इसकी अधिक संभावना है कि वे अपने परिवेश के मुख्य लक्षणों को पूरी तरह नजरअंदाज करें। बच्चों की सहायता करने के लिए यह आवश्यक है कि शिक्षक भी 'स्कूल के परिवेश की पुस्तक' को पढ़ना सीखें। बच्चों के साथ वैज्ञानिक गतिविधियों की संभावना पहचानने के लिए शिक्षकों को स्कूल के आसपास के परिवेश का जैविक और पर्यावरण संबंधी सर्वेक्षण करना होगा।

बच्चों के साथ फील्ड (बाहर) में काम करने के लिए शिक्षकों को काफी तैयारी करनी होगी। पहले तो उस क्षेत्र तक पहुंचने की योजना बनानी होगी। साथ में बच्चों का सही व्यवहार भी सुनिश्चित करना होगा। उन्हें एक प्रश्नावली तैयार करनी होगी जो बच्चों को परिवेश में खोजबीन करने के लिए प्रेरित करे। इस जांच में बच्चों की क्षमताओं के विकास पर भी बल देना होगा। बच्चे अपने अवलोकनों को नियोजित करें जिससे कि वे सिर्फ एक खोज से संतुष्ट न होकर उसका संबंध अन्य चीजों के साथ, और अपनी अवधारणाओं के साथ भी जोड़ें। बच्चों और शिक्षकों के बीच काम को लेकर चर्चा (उन्होंने क्या कहा, क्या किया, क्यों किया, और उन्होंने क्या देखा और परिणाम निकाला) के दौरान कारण और प्रभाव के बीच के संबंध, एक चीज का दूसरी के ऊपर प्रभुत्व, शारीरिक प्रभावों का असर, माता-पिता द्वारा देखभाल, दखलंदाजी जैसे मुद्दों पर प्रकाश डाला जा सकता है।

एक उदाहरण : 'छोटे क्षेत्र' (मिनी फील्ड) पर काम करने की तैयारी

छोटा क्षेत्र इसलिए चुना गया है क्योंकि वह कई कारणों से रोचक लगता है और उसको लकड़ी की डंडियों, डोरे या छल्ले से घेरा जा सकता है। छोटे क्षेत्र का क्षेत्रफल एक वर्ग मीटर के करीब होगा (देखें भाग 2,ए पेज 185)।

शिक्षक को इसके लिए क्या-क्या तैयारी करनी पड़ेगी? इसके लिए पहले यह सोचें कि बच्चे इस छोटे क्षेत्र में काम करते समय क्या-क्या करेंगे। संभवतः उन्हें वहां पर विभिन्न किस्मों के पौधों की वृद्धि की विभिन्न अवस्थाएं, विभिन्न आकृति एवं प्रकार के पौधे दिखाई दें। वे वहां एक-प्रकार के पौधों की संख्या गिन सकते हैं और अलग-अलग प्रजातियों को भी गिन सकते हैं। वे इस छोटे क्षेत्र में, पौधों की स्थानाकृतिक स्थिति का एक नक्शा बना सकते हैं और पौधों के स्थान संबंधी तथ्यों और लक्षणों को नोट कर सकते हैं। कौन से पौधों का प्रभुत्व है, कौन से सबसे अधिक हैं और कौन सबसे बड़े हैं? इन क्रियाओं को करने के दौरान, या तो शिक्षक के सुझाने से अथवा अपनी स्वेच्छा से बच्चे कुछ संबंध स्थापित करते हैं। क्या प्रभुत्व वाला पौधा अन्य पौधों पर अपना प्रभाव डालता है? ऐसे प्रश्नों से बच्चे दूसरे संबंध खोजने लगते हैं जैसे जमीन का एक टुकड़ा बिलकुल बंजर क्यों है? (डैंडीलियॉन पौधे की पत्तियों के घास पर

फैलने से अकसर ऐसा ही होता है)।

बच्चों में इस प्रकार की क्षमताएं और दृष्टिकोण विकसित हों और वे खोजबीन के दौरान सूक्ष्म अवलोकन करें और अनुमान लगाकर समझ बढ़ाएं, इसके लिए उन्हें शिक्षक के प्रोत्साहन की बहुत जरूरत होगी। इसके लिए शिक्षक उन्हें कुछ दिखा सकता है या फिर कोई प्रश्न पूछकर उन्हें सोचने के लिए बाध्य कर सकता है। शिक्षक छोटे क्षेत्र में खोजबीन करके खुद अपने अनुभव को परिपक्व कर सकता है। वह जांच के महत्त्व के बारे में अन्य से चर्चा करके अपने आपको इस भूमिका के लिए सक्षम बना सकता है। इसलिए जो गतिविधियां (अध्याय 15) में 'बच्चे और उनका पर्यावरण' के अंतर्गत सुझाई गई हैं उन्हें सबसे पहले शिक्षक को खुद ही करना चाहिए। जिन शिक्षकों ने ऐसी क्रियाएं पहले न की हों उन्हें तो विभिन्न परिस्थितियों में इन्हें कई बार करके देखना चाहिए।

छोटे क्षेत्रों की संभावनाओं से अवगत होने के बाद जिस विशेष क्षेत्र को जांचना हो उसका एक सर्वेक्षण होना चाहिए और उसके बाद ही बच्चों को वहां जाना चाहिए। शिक्षक इस प्रकार पूर्व योजना बना सकेंगे और बच्चों से सही प्रश्न पूछ सकेंगे और उनके सामने समस्याएं रख सकेंगे।

शिक्षकों (सेवारत और सेवा पूर्व) के प्रशिक्षण के दौरान छोटे क्षेत्र के अध्ययन से दोहरा लाभ होगा। एक ओर, शिक्षक इस अध्ययन को अपने स्तर पर कर सकते हैं क्योंकि इस जांच को चुनौतीपूर्वक, किसी भी बौद्धिक स्तर पर किया जा सकता है। दूसरी ओर, शिक्षक इस शोध के दौरान, समय-समय पर रोचक चीजें बच्चों को दिखा सकेंगे। दोनों स्तरों की गतिविधियां चर्चा के बाद और समृद्ध बनेंगी। आगे पूछे गए प्रश्नों से इस अनुभव की समीक्षा की जा सकती है।

छोटे क्षेत्र के अध्ययन का शैक्षणिक महत्त्व

इस अध्ययन में किस प्रकार की वैज्ञानिक क्षमताओं का अभ्यास करना संभव होगा? इसके द्वारा आपने क्या नई क्षमताएं और अवधारणाएं सीखीं? बच्चे इससे क्या सीखते? इन अवलोकनों के आधार पर आगे किन चीजों पर शोध किया जा सकता है? क्या जो लेखा-जोखा (नक्शा और खोज का वर्णन) किया गया वह वास्तविक परिस्थितियों से मिलता-जुलता था? क्या विश्वसनीय परिणाम निकालने के लिए पर्याप्त सबूत मौजूद थे? क्या समस्या इतनी रोचक और चुनौतीपूर्ण थी कि क्रिया द्वारा उसका उत्तर खोजा जा सके? क्या छोटे खेत के इस विस्तृत अध्ययन से सामूहिक जीवों की कुछ जटिलताएं परिलक्षित होती हैं? क्या छोटे से क्षेत्र पर ध्यान केंद्रित करने से संपूर्ण चित्र से निगाह हटती है या फिर ऐसे महत्त्वपूर्ण लक्षण पता चलते हैं जो वैसे नहीं दिखते?

छोटे क्षेत्र के अध्ययन के लिए नियोजन

क्या आपके पास जरूरत की सभी चीजें थीं? क्षेत्र की चारदीवारी बनाने का सबसे अच्छा तरीका क्या था और क्षेत्र का सबसे उपयुक्त नाप क्या था? क्या गतिविधियों के लिए निर्धारित समय पर्याप्त था? बच्चे उस क्षेत्र में कितनी देर तक काम कर पाए? काम शुरू करने से पहले किस प्रकार के निर्देश जरूरी होंगे? पहले से दी गई किस प्रकार की जानकारी उपयोगी होगी?

प्राप्त जानकारी से क्या किया जा सकता है? क्षेत्र का नक्शा बनाना अपनी जांच को रिकॉर्ड करने का कितना अच्छा तरीका है? जो लेखा-जोखा है उसका क्या किया जा सकता है? क्या उन सब को इकट्ठा करके बड़े क्षेत्र की एक तस्वीर बनाई जा सकती है या फिर एक क्षेत्र की दूसरे के साथ तुलना की जा सकती है?

जांच का व्यक्तिगत अनुभव प्राप्त करने के बाद ही शिक्षकों में उन गतिविधियों को बच्चों के साथ करने का आत्मविश्वास आता है। अलग-अलग आयु के बच्चों के लिए भी इन गतिविधियों को समुचित रूप से उपयोग में लाया जा सकता है। सबसे छोटे वर्ग (आयु 7 से 8 वर्ष) के बच्चे एक गोल छल्ले से अपने क्षेत्र की चारदीवारी बना सकते हैं। वह छल्ले को कहीं भी फेंक कर उसके अंदर आए फूलों को गिन सकते हैं। उनसे यह पूछा जा सकता है कि क्या सभी फूल एक ही प्रकार के थे। अब प्रश्न यह उठता है कि छल्ले में कितने अलग-अलग प्रकार के फूल थे। अब बच्चे फूलों को अलग-अलग करने के लिए बारीकी से उनका सूक्ष्म अवलोकन करेंगे। ऐसा करते समय उन्हें पौधों के नीचे छोटे जीव-जंतु दिखाई पड़ेंगे जिससे वह काम रोचक और अचरज से भरपूर हो जाएगा।

छोटे बच्चे बहुत देर तक एक छल्ले पर अपना ध्यान नहीं लगा पाएंगे। परंतु इससे कुछ खास फर्क नहीं पड़ेगा क्योंकि हमारा उद्देश्य है कि बच्चे ध्यान से अवलोकन करना सीखें, जीवों के बीच का अंतर पहचानें और एक छोटे से क्षेत्र में जीवों की विविधता देखें।

अपेक्षाकृत बड़े बच्चे अपने काम को ज्यादा नियमानुसार कर सकते हैं। वे अपने क्षेत्र में पाई जाने वाली चीजों के नाम, सबसे अधिक पाई जाने वाली चीज और उसके प्रभुत्व के कारण दर्ज कर सकते हैं। यह एक समुदाय का अध्ययन है और यहां प्रतिस्पर्धा, प्रभुत्व और परस्पर निर्भरता जैसी अवधारणाओं को समझा जा सकता है।

छोटे क्षेत्र के अध्ययन के विस्तार के रूप में अलग-अलग जंगलों, घास के मैदानों, बंजर भूमि आदि के लक्षण तय किए जा सकते हैं और इन पर मौसम परिवर्तन के प्रभाव को छोटे-क्षेत्रों के प्रयोगों द्वारा समझा जा सकता है। बहुत सारे छोटे खेतों जिनका अलग-अलग समूहों ने अध्ययन किया हो, की जानकारी को एकत्र करके उन विशेष क्षेत्रों के सामान्य लक्षणों को दर्शाया जा सकता है। इस कारण से सही वर्णन, नक्शों और नमूनों के संकलन का महत्त्व बढ़ जाता है। इसके लिए प्रत्येक छोटे क्षेत्र में साल भर अलग-अलग समय पर अवलोकन लिए जा सकते हैं। तुलनात्मक अध्ययन के लिए जानकारी के रिकॉर्डों का विश्वसनीय होना जरूरी है। तब बच्चे न केवल मौसम परिवर्तन के बारे में सीखेंगे, बल्कि वे अवलोकन और रिकॉर्ड रखने की क्षमताओं के बारे में भी सीखेंगे।

सजीव पर्यावरण में अधिक काम

छोटे-क्षेत्रों में काम करने के सिद्धांतों को 'बच्चे और उनका पर्यावरण' अध्याय में दर्शाई गई गतिविधियों पर भी लागू किया जा सकता है। बुनियादी रूप में इन तकनीकों के इस्तेमाल से विस्तृत परिणाम और अधिक व्यापक अवधारणाएं मिलती हैं।

'परतों में अनुप्रस्थ जैव-क्षेत्र' (पृष्ठ 189) की गतिविधि में कई समूह एक ही क्षेत्र चुनते हैं परंतु प्रत्येक समूह केवल एक विशेष परत, जमीन से ऊपर या उससे नीचे वाली का ही अध्ययन करता है।

'अनुप्रस्थ-काट पर कार्य' (पृष्ठ 190) की गतिविधियां छोटे क्षेत्र के जीवित प्राणियों के समुदाय से कुछ आगे जाती हैं। इसमें एक बड़े क्षेत्रफल में आड़ी काट के जरिए एक संकरी पगडंडी बनाई जाती है। इसे दो बिंदुओं के बीच, 2 से 5 मीटर लंबी एक डोरी खींच कर बनाया जाता है। अगर पगडंडी दो भिन्न तरह के पौधों के बीच से गुजरती है तो स्थिति अधिक रोचक होती है। इसमें डोरी के पास 20 सेंटीमीटर की एक संकरी पट्टी का अध्ययन करना होता है। पट्टी के लंबे आकार की वजह से उसके चारों ओर अधिक विविधता होती है जिसे मिट्टी की किस्म, सूर्य और हवा की दिशा, जमीन की ढाल, मनुष्यों का प्रभाव के आधार पर समझा जा सकता है।

'वनस्पति' और 'पौधे और प्राणी' जैसी अवधारणाएं अमूर्त होती हैं और कई बार खेत में जाकर अनुभव प्राप्त करने के बाद ही उनका मतलब समझ में आता है। वनस्पति का मतलब केवल जमीन के एक टुकड़े पर उगे पौधे ही नहीं होते। इस भू-दृश्य (तटबंध, रास्ते का छोर, तालाब का किनारा) का अपना ही एक खास रंग और वैशिष्ट्य होता है। उस पर भौतिक परिस्थितियों और वहां पर रहने वाले जीवों का प्रभाव पड़ता है। अगर कुछ प्रश्नों को लेकर आड़ी-काट का अध्ययन किया जाए तो उससे बच्चे वहां पर मौजूद चीजों और उनके प्रभाव के बारे में सोचेंगे और अमूर्त अवधारणाओं की ओर बढ़ेंगे। ऐसे प्रश्नों के उदाहरण पृष्ठ 187 और 193 पर दिए गए हैं, परंतु वैसे हरेक आड़ी-काट के अपने खास सवाल होंगे। जमीन के प्रारंभिक सर्वेक्षण के दौरान इन प्रश्नों को उस क्षेत्र की विशेषताओं के अनुरूप ढालना अच्छा होगा।

क्षेत्र-कार्य के प्रश्न विशेष प्रकार के होते हैं, उनके उत्तर तुरंत मिलना मुश्किल होते हैं। उनके जवाब ढूंढ़ने के लिए—देखना, जांच करना, तुलना करना और सोचना पड़ेगा (पृष्ठ 81 के सक्रिय प्रश्न देखें)। उत्तर आपकी क्रियाओं की गुणवत्ता पर निर्भर करेगा। अगर संभावित प्रश्नों का उत्तर क्रियाओं द्वारा खोजा गया तो उससे क्षेत्र और कक्षा में अन्य नए प्रश्न पैदा होंगे।

नामों का नामकरण

शिक्षक क्षेत्रों का अध्ययन करने से डर सकते हैं। उन्हें लगता है कि उन्हें उस क्षेत्र के पौधों और जीवों के विषय में कोई जानकारी नहीं होगी। पर सच बात तो यह है कि जीवों के अध्ययन के लिए उनके नाम जानने की अनिवार्यता ही नहीं है। यथार्थतः सजीवों को देखने-परखने के लिए उनके नाम जानने की अनिवार्यता भ्रामक धारणा है।

इसमें दो बातें सहायक हो सकती हैं। पहली बात तो अपने रोजमर्रा के ज्ञान को कम नहीं समझें; वह लोकप्रिय ज्ञान पर आधारित हो, शायद पूरी तरह वैज्ञानिक न हो, पर शुरुआत के लिए ठीक है। इससे आप पेड़ों, झाड़ियों और खर-पतवार के बीच अंतर कर पाएंगे। हर कोई वनस्पति जगत के सबसे बड़े कुल यानी घासों को तो आसानी से पहचानता ही है। बहुत से लोग पौधों और जानवरों के स्थानीय नामों से भी परिचित होते हैं। अगर किसी जाने-पहचाने नाम के आगे एक विशेषण जोड़ दिया जाए तो उससे बातचीत में बड़ा आनंद आता है।

आप सजीवों को, उनके व्यवहार को, उनके लक्षणों को और उनके जिंदा रहने के संघर्ष को देख

सकते हैं परंतु आप उनके नाम को नहीं देख सकते हैं। नाम जानने का मतलब यह नहीं है कि आप उस जीवित वस्तु को भी जानते होंगे। परंतु आसपास के परिवेश में पाए जाने वाले प्राणियों और पौधों के नामों को जानना अच्छा होगा। आप धीरे-धीरे जानकार लोगों से, या विशेष संदर्भ पुस्तकों से यह जानकारी हासिल कर सकते हैं। बच्चों को भी इन संदर्भ पुस्तकों से परिचित कराना चाहिए जिससे कि वे जानकारी को खोजना सीख सकें। हमें यह याद रखना चाहिए कि प्राणियों और पौधों के नामों की जरूरत हमें एक-दूसरे के साथ बातचीत करने के लिए ही पड़ती है न कि प्राणियों और पौधों से संवाद करने के लिए।

अध्याय 10

मूल्यांकन : अध्यापन का एक अंग

परिचय

मूल्यांकन के विषय पर दो अध्यायों में से यह पहला अध्याय अनौपचारिक मूल्यांकन से संबंधित है। (अध्याय 11 का संबंध औपचारिक मूल्यांकन, परीक्षणों और परीक्षाओं से है क्योंकि पाठ्यक्रम में अकसर इन्हीं का प्रभुत्व रहता है)।

पहले हम सामान्य और विशेषकर विज्ञान में मूल्यांकन के बारे में कुछ चर्चा करेंगे।

हम मूल्यांकन की निम्नलिखित परिभाषा से शुरू करते हैं : 'मूल्यांकन जानकारी एकत्र करने की प्रक्रिया है जिसमें कार्य करने के वास्तविक साक्ष्य के स्थान पर एक फैसला दिया जाता है। मूल्यांकन की प्रक्रिया में जानकारी को एक मानक, या मापदंड प्रदान करने का प्रयास किया जाता है।'

इस परिभाषा के बारे में तीन मुख्य बातें हैं। पहली, इसके अनुसार, बच्चों के कार्य निष्पादन की जानकारी एकत्र करने के कई तरीके हैं। परीक्षा लेना मात्र एक तरीका नहीं है; इसके अलावा और भी तरीके हैं। *यानी मूल्यांकन का मतलब परीक्षा लेना नहीं है; बल्कि परीक्षाएं मूल्यांकन की एक विधि मात्र हैं।* दूसरी बात, वास्तविक कार्य निष्पादन के मूल्यांकन के दौरान (बच्चे द्वारा कहा, या संपन्न काम) ही कोई निर्णय दिया जाता है, जो इसे सूचित करे। यह परीक्षा के अंक, टिप्पणियां, मुस्कराहट या तेवर चढ़ाना भी हो सकता है। उसके बाद केवल निर्णय या फैसला बचता है *पर इसमें प्रारंभिक कार्य की कुछ जानकारी खो जाती है।* इसके विपरीत, अगर हम प्रारंभिक काम को संजोकर रख सकें (बच्चों का गृहकार्य, बच्चों के काम या उनके द्वारा कही गई बातों की विडियो रिकॉर्डिंग) तब संपूर्ण जानकारी संरक्षित रहेगी। परंतु हमें व्यावहारिक कारणों से असली काम को मूल्यांकन से बदलना पड़ेगा। तीसरी, इस फैसले को लेने के मानक या मापदंड भी अलग-अलग हो सकते हैं। अगर औसत बच्चे के स्तर को मानक माना जाए तो मूल्यांकन *मानक-केंद्रित* हो जाता है; अगर, अन्य बच्चों से तुलना न करते हुए, बच्चे को एक निर्धारित मापदंड पर परखा जाए तो मूल्यांकन *मापदंड-केंद्रित* हो जाता है; जब प्रत्येक बच्चे से की गई अपेक्षा के आधार पर फैसला लिया जाएगा तो मूल्यांकन *बाल-केंद्रित* होता है।

बाल-केंद्रित मूल्यांकन के आधार पर शिक्षक बच्चे को पुरस्कृत कर सकता है, चाहे बच्चा अन्य बच्चों

या कुछ निर्धारित मापदंडों के हिसाब से पीछे ही क्यों न हो। इससे बच्चे को उसके कार्य की महत्त्वपूर्ण प्रतिपुष्टि मिलती है। अगर बच्चों की एक-दूसरे के साथ तुलना की जा रही हो, या बच्चे एक निश्चित लक्ष्य की ओर बढ़ रहे हों, तो इसका इस्तेमाल नहीं किया जा सकता है। इस स्थिति में मानक-केंद्रित मूल्यांकन सही नहीं होता क्योंकि उससे बच्चों की कार्य क्षमता (कि वे क्या कर सकते हैं, क्या नहीं) के बारे में कुछ भी पता नहीं चलता। अगर इसकी जरूरत हो तो मापदंड-केंद्रित मूल्यांकन ही सबसे अच्छा रहता है।

मूल्यांकन के उद्देश्य

बच्चों का अलग-अलग समय पर, भिन्न-भिन्न कारणों से मूल्यांकन होता है। इसके तीन मुख्य उद्देश्य हैं, वैसे उन्हें आगे और बांटा जा सकता है : (1) नैदानिक (जिसे कभी-कभी 'रचनात्मक' भी कहा जाता है)—समस्या और प्रगति के बिंदुओं की पहचान और उसके उपचार के लिए ताकि आगे उपयुक्त कदम उठाए जा सकें; (2) उपलब्धियों का संक्षिप्तीकरण (योगात्मक)—बच्चों ने स्कूल के विभिन्न चरणों में क्या प्राप्त किया है उसकी औपचारिक रिपोर्ट (जैसे वार्षिक रिपोर्ट या प्राथमिक स्कूल के अंत की रिपोर्ट) और (3) स्कूल के मानकों का मूल्यांकन करना—स्कूल के कार्य या उस क्षेत्र के स्कूलों का मूल्यांकन करने में सक्षम बनाने हेतु। यह अध्याय पहले उद्देश्य से, और अगला अध्याय दूसरे उद्देश्य से संबंधित है। स्कूल के मूल्यांकन से बच्चों के ऊपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है और इसलिए उस पर आगे चर्चा नहीं की जाएगी।

अध्यापन के एक अंग के रूप में मूल्यांकन का महत्त्व

अध्यापन की दृष्टि से बच्चों की मान्यताओं, क्षमताओं, दृष्टिकोण को जानना जरूरी है। यही इस पुस्तक का उद्देश्य भी है (देखें अध्याय 1) और इसे एक मुहावरे से समझा जा सकता है : 'बच्चे के स्तर से शुरू करें'। इसे 'मैचिंग' द्वारा भी करना संभव है—यानी बच्चों को ऐसे अनुभव उपलब्ध कराना जिनमें पर्याप्त चुनौती हो।

> बच्चों के सीखने के स्तर के अनुसार, जानी-पहचानी चीजों और नई चीजों का सही मिश्रण हो। अगर घिसी-पिटी और एकदम जानी-पहचानी चीज होगी तो बच्चे ध्यान ही नहीं देंगे और ऊब जाएंगे। अगर हम उनसे बहुत अधिक परिपक्वता की आशा करेंगे तो वे शिक्षक की आशा के अनुरूप आधे रटे-रटाए सूत्र ही सुनाएंगे। बच्चे जब अपने स्तर पर काम करेंगे, तभी वे सोच पाएंगे और अवधारणाएं बना पाएंगे और उन्हें ऐसा भी नहीं लगेगा कि वे काम में असफल हुए हैं।[1]

ऊपर की पंक्तियों के अलावा भी 'मैचिंग' के समर्थन में कुछ और अच्छे कारण दिए जा सकते हैं। सबसे पहले, सीखने के सिद्धांत (पियाजे, ब्रूनर और औसूबेल) यह सुझाते हैं कि अगर कोई अनुभव बच्चे के वर्तमान स्तर से बहुत ऊंचा होता है तो बच्चा उसका मतलब नहीं समझ पाता, और इस प्रकार अपनी

1. यूनाइटेड किंगडम, शिक्षा एवं विज्ञान विभाग, केंद्रीय शिक्षा सलाह परिषद् (इंगलैंड), 'चिल्ड्रन एण्ड देयर प्राइमरी स्कूल्स : ए रिपोर्ट ऑफ द सेंट्रल एडवाइजरी काउंसिल फॉर एड्यूकेशन (इंगलैंड), खंड 1 : 'द रिपोर्ट', पृष्ठ 196, अनुच्छेद 533, लंदन, एचएमएसओ, 1967.

सोच को आगे बढ़ाने का मौका भी खो बैठता है। दूसरा यह कि मैचिंग के पक्ष में आने वाले तर्कों से यह बात उठती है कि मैचिंग नहीं होगी, तो क्या होगा? यदि वहां लगातार कुछ असमानता रही तो बच्चे कुछ सीखेंगे नहीं, पर वे यह जरूर सीखेंगे कि स्कूल एक बेकार की, उबाऊ जगह है और वहां उनसे जो अपेक्षाएं हैं उसके अनुसार वे कभी काम नहीं कर पाते हैं। यह एक दुष्चक्र पैदा करेगा जिसमें असफल रहने की उम्मीद की जाएगी और इससे बच्चों में नकारात्मक दृष्टिकोण विकसित होगा। परंतु अगर बच्चों के विचारों और क्षमताओं से मेल खाती हुई गतिविधियां चुनी जाएंगी तो उसका बहुत अच्छा असर होगा। तब बच्चे अपने अनुभव का मतलब निकालेंगे और उन्हें अपनी क्षमताओं और समझ का विस्तार करके अपार आनंद मिलेगा। सकारात्मक दृष्टिकोण से बच्चों के व्यक्तित्व और स्कूल को भी लाभ होगा और आगे की सीख में भी सहायता मिलेगी।

समान लक्ष्य एवं भिन्न-भिन्न व्यक्तिगत माध्यम

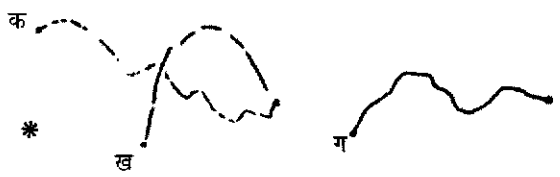
'बच्चे के स्तर से शुरू करो' वाली कहावत की व्यावहारिकता पर लोग अकसर शंका प्रकट करते हैं—खासकर तब, जब सभी बच्चों के लिए समान उद्देश्यों की प्राप्ति पर सहमति होती है। क्या इसका मतलब है कि हरेक बच्चे के साथ अलग व्यक्ति के रूप में पेश आना पड़ेगा? परंतु यह असंभव लगता है। हम बच्चों के स्तर से शुरू करके, सीख के उद्देश्यों (पाठ्यक्रम के अनुसार) की ओर कैसे बढ़ सकते हैं?

बच्चों को साल के अंत तक क्या आना चाहिए? दरअसल इस प्रकार के उद्देश्य असल में कोई बाधा नहीं डालते हैं। हरेक पाठ में कहां तक पहुंचना है ये उद्देश्य इसका संकेत नहीं करते इसलिए यह सीख के मार्ग पर 'मील के पत्थरों' की तरह होते हैं। ये पत्थर दूर-दूर स्थित हैं (इन्हें चित्र में तारक चिन्हों से दिखाया गया है) और ये एक-दूसरे के बीच का पथ नहीं निर्धारित करते हैं। ये केवल *दिशा* इंगित करते हैं, *रास्ता* नहीं बताते हैं।

एक बिंदु से दूसरे तक, बच्चे का रास्ता एक सीधी रेखा में नहीं होगा। अकसर ऐसा प्रतीत होगा जैसे बच्चा अपेक्षित दिशा में प्रगति ही नहीं कर रहा है :

हरेक बच्चे का रास्ता अलग हो सकता है परंतु वे सभी कुशलताओं और अवधारणाओं के विकास की दिशा में साथ-साथ अग्रसर हो सकते हैं।

जब शिक्षक के पास नए बच्चे आते हैं या वह कोई नया विषय शुरू करता है तब बच्चे क, ख, ग जैसी अलग-अलग स्थितियों में हो सकते हैं। शिक्षक इन बिंदुओं से प्रारंभ कर हरेक 'बच्चे के स्तर से शुरू करके' उन्हें प्रगति की दिशा की ओर ले जा सकता है :



यहां शिक्षक, सीखने के दौरान मूल्यांकन से, बच्चों का शुरू का स्तर मालूम करता है और पूरे रास्ते के दौरान उन पर निगाह रखता है और उनकी सहायता करता है।

ऊपर का मॉडल दिखाता है कि बच्चे किस प्रकार अपने आप सामान्य प्रगति की दिशा में बढ़ते हैं। क्योंकि हरेक बच्चा इस काम को व्यक्तिगत रूप से करता है (हरेक बच्चे के अपने अनूठे पूर्व-अनुभव और सोचने के तरीके होते हैं) इसका मतलब यह *नहीं* है कि हरेक बच्चे के लिए अलग-अलग प्रकार की गतिविधियां हों। बच्चे समान गतिविधि के अलग-अलग अर्थ निकालेंगे और हमें उनकी क्षमताओं और विचारों का लगातार मूल्यांकन करना चाहिए। जिस शिक्षक को बच्चों के प्रगति पथ से भटकने की जानकारी होगी वह तत्काल बच्चों को दिए काम में उनकी मांग के अनुरूप उनकी सहायता करेगा।

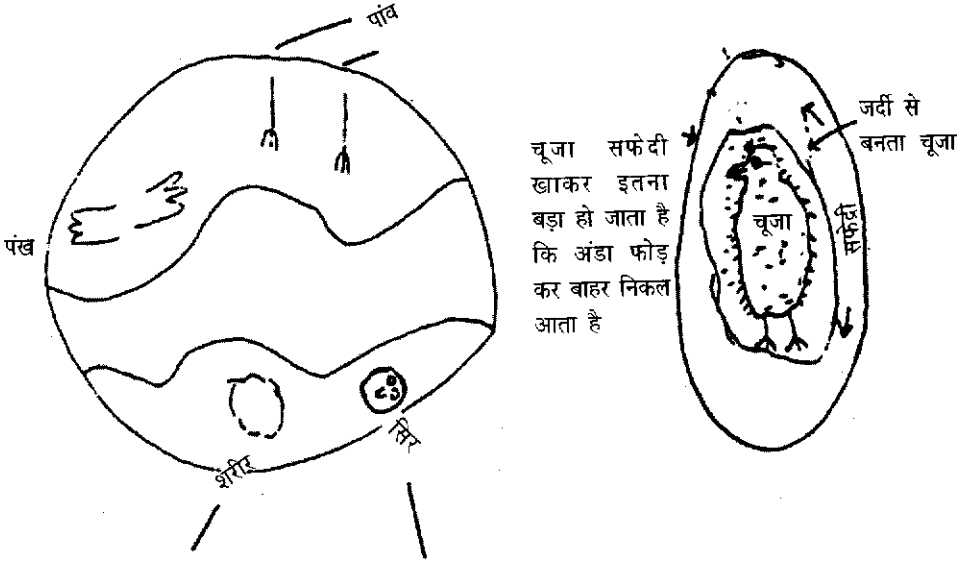
अध्यापन के एक अंग के रूप में बच्चों के विचारों और परिकल्पनाओं का मूल्यांकन

बच्चों के काम की जानकारी के स्रोत–उनकी *क्रियाएं* (वे क्या कहते हैं और करते हैं) और उनके काम के *परिणाम या उत्पाद* (वे क्या लिखते, चित्र बनाते, निर्माण करते हैं) होते हैं। वैसे तो दोनों ही स्रोतों से बच्चों की मान्यताओं के बारे में पर्याप्त जानकारी मिलती है परंतु उनके द्वारा बनाई गई चीजें ज्यादा स्थायी होती हैं, जबकि क्रियाएं क्षणिक होती हैं और उनका उसी समय मूल्यांकन करना होता है।

परिकल्पनाओं के मूल्यांकन के लिए बच्चों द्वारा बनाई गई चीजें, उनकी क्षमताओं और दृष्टिकोण की तुलना में अधिक उपयुक्त हैं। वैसे, जहां तक संभव हो बच्चों के विकास के मूल्यांकन में दोनों स्रोतों–क्रियाओं और बनाई गई चीजों का इस्तेमाल करना चाहिए क्योंकि दोनों में से एक ही अकेले पर्याप्त नहीं

होगा। उदाहरण के लिए, कई बार बच्चों की क्रियाओं का जो मतलब हम लगाते हैं वह वस्तुतः होता भी है या नहीं हमें पता नहीं, परंतु इसकी पुष्टि हम उनके लिखित विवरण से कर सकते हैं। इसी प्रकार, बच्चे ने जो कुछ भी लिखा है या चित्र बनाया है उसकी अलग-अलग व्याख्या हो सकती है। बच्चे से उसके द्वारा बनाई गई चीज पर बात किए बिना हम पक्के तौर पर कुछ भी नहीं कह सकते।

बच्चों द्वारा बनाई गई चीजों के माध्यम से उनकी मान्यताओं के बारे में जानकारी हासिल करने के लिए हमें इस बात को ध्यान में रखकर ही उन्हें काम देना चाहिए। काम ऐसा हो जो बच्चे को अपनी बात कहने हेतु ललचाए। उदाहरण के लिए, नीचे दो चित्र दिए गए हैं जिन्हें 8 और 10 वर्ष के दो बच्चों ने कक्षा में मुर्गी के अंडों को सेने के संबंध में पढ़ाए जाते समय बनाया था। शिक्षक ने बच्चों से अंदर की तस्वीर को, कल्पना के आधार पर बनाने को कहा। विकास के बारे में बच्चों की अलग-अलग मान्यताओं को इन चित्रों में साफ देखा जा सकता है। परंतु दोनों को इतना आभास अवश्य है कि अंडे के अंदर एक चूजा है और इस प्रकार उन्हें जीवन-चक्र का कुछ अंदाज है।

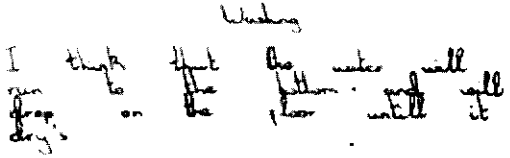


एक अन्य आठ साल की बच्ची ने अपने विचार को इन शब्दों में लिखा :

11 मार्च

अगर मैं किसी प्रकार अंडे के खोल के अंदर देख
पाती तो वह अंदर से एक छोटे और पीले चूजे
जैसा दिखता।

इसके बारे में बच्चों से पहले ही अनुमान लगाने को कहा जा सकता है कि वे जो जांच करने जा रहे हैं, उसमें क्या होगा। यह बच्चों की मान्यताओं को जानने का एक उपयोगी तरीका है। अगले उदाहरण में बच्चे पानी के वाष्पीकरण के बारे में पढ़ रहे थे। 10 साल के इस बच्चे ने कुछ गीले कपड़ों को सुखाने लिए रस्सी पर लटकाया और यह अनुमान लगाया :



मुझे लगता है कि पानी कपड़ों से नीचे की ओर जाएगा और तब तक जमीन पर गिरता रहेगा जब तक सूख नहीं जाता।

बच्चों को चुनौती दी जा सकती है कि वे अपनी ही मान्यताओं के *उपयोग* द्वारा बताएं कि कोई विशेष परिवर्तन किस प्रकार लाया जा सकता है। जब उनसे पूछा गया कि क्या वे पानी को और तेजी से सुखा सकते हैं, तो एक ने उत्तर दिया : 'मुझे लगता है कि पानी को उबालने से भाप बनेगा और वह तेजी से उड़ेगा।'

दूसरे बच्चों ने कहा कि पानी को तेजी से सुखाना संभव नहीं होगा। उन्हें यह महज एक 'प्राकृतिक' घटना लगी। वाष्पीकरण के बारे में उनकी समझ काफी सतही थी। वाष्पीकरण को धीमा कैसे करेंगे? इसके उत्तर भी काफी आश्चर्यजनक निकले : 'उसे एक कांच से ढक देंगे, अब चूंकि वह बाहर नहीं निकल पाएगा इसलिए ज्यादा देर रहेगा।'

बच्चे चाहे जिस घटना का अध्ययन कर रहे हों, इस तकनीक को हरेक पर लागू किया जा सकता है, जैसा कि निम्नलिखित उदाहरण दिखाता है। *घर्षण संबंधी मान्यताएं :* जब एक सतह को दूसरी पर खींचा जाता है—'आप खींचने को मुश्किल/आसान बनाने के लिए क्या कर सकते हैं?' *ध्वनि के तारत्व (पिच) की मान्यताएं :* जब अलग-अलग स्तर तक भरी पानी की बोतलों में फूंका जाता है—'आप कैसे तेज/धीमी आवाज पैदा कर सकते हैं?' *चीजों के तैरने संबंधी मान्यताएं :* 'आप एक तैरती चीज को कैसे डुबो सकते हैं, और डूबी चीज को तैरा सकते हैं?' *सरल विद्युत परिपथ में धारा की मान्यताएं :* 'आप बल्ब को तेज/धीमा कैसे जला सकते हैं?'

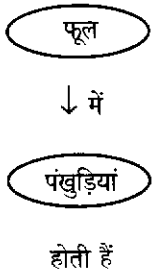
संक्षेप में, शिक्षक बच्चों से इस प्रकार के प्रश्न पूछ सकते हैं। इनका अनुमान लगाते समय या सुझाव देते समय बच्चों की मान्यताएं स्पष्ट हो जाएंगी। इन प्रश्नों का सामान्य प्रारूप इस प्रकार है। आपकी राय में क्या हो रहा है जब...? आपकी राय में... कैसे काम करती है? आप कैसे सोचते हैं कि... होता है? अगर हम... करें तो क्या होगा? क्या हम... को और तेज/धीमा, आसान/मुश्किल कर सकते हैं? इन सभी स्थितियों में प्रश्न सामान्य क्रियाओं का ही एक अंग हैं। ये 'परीक्षाएं' नहीं हैं। इन चुनौतियों से और अपनी मान्यताओं को शब्दों में और चित्रों में व्यक्त करने की अनिवार्यता से बच्चे बहुत कुछ सीखते हैं।

परिकाल्पनिक चित्रों का उपयोग

बच्चों की परिकल्पनाओं को समझने का एक और तरीका है—उनसे परिकाल्पनिक चित्र बनवाना।

इसमें अवधारणाओं के एक-दूसरे से संबंध को रूपरेखा में प्रस्तुत किया जाता है। उदाहरण के लिए,

'फूल' और 'पंखुड़ी' जैसे दो शब्द लें। एक जोड़ने वाले शब्द या वाक्य से इन दोनों शब्दों के बीच संबंध कायम किया जा सकता है।

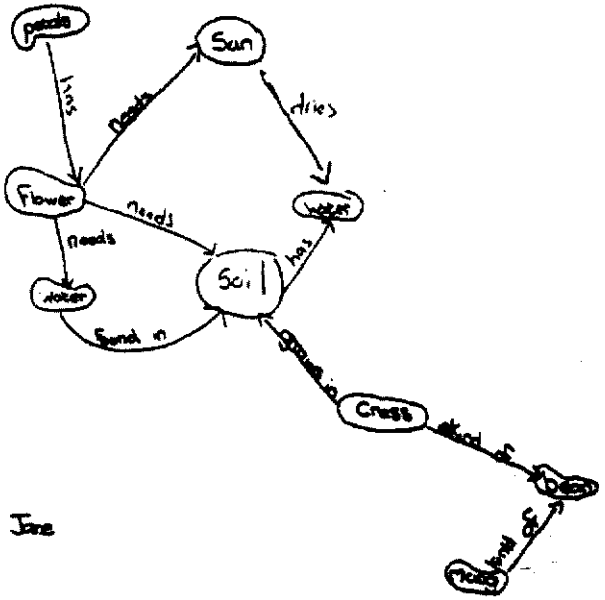


यहां पर तीर संबंध की दिशा दिखाता है—फूलों में पंखुड़ियां होती हैं, पंखुड़ियों में फूल नहीं होते हैं।

जब बहुत से प्रस्तावों को इस प्रकार जोड़ा जाता है तो एक *परिकाल्पनिक* चित्र बनता है।

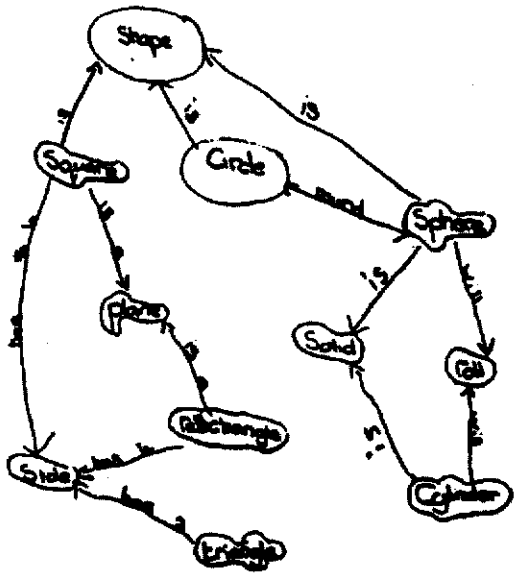
बच्चों द्वारा बनाए गए चित्रों से चीजों के बीच आपसी संबंध के बारे में उनकी मान्यताओं का विश्लेषण किया जा सकता है। नीचे के उदाहरण का चित्र एक छह बरस के बच्चे ने, बायें हाथ के शब्दों की सूची के आधार पर बनाया (अलग-अलग बीजों के विकास के अध्ययन से वह इन शब्दों से परिचित हुआ)।

बीज
जड़
पत्ती
तना
प्ररोह
फूल
आलू
पानी
मिट्टी
सूर्य
लोबिया
मूंग
क्रेस
हवा
पंखुड़ियां



कोई भी संबंध इस चित्र का आधार हो सकता है। यहां एक लड़की द्वारा तैयार आकृतियों के बारे में एक चित्र है।

आकृति
वृत्त
गोला
वर्ग
घन
आयत
घनाभ
किनारा
त्रिकोण
प्रिज्म
भुजा
पिरामिड
पंचभुज
ठोस
समतल
बेलन
सतह
कोना
फिसलना
गोल घूमना
ढलान
गोल
चपटा



अगर आपने पहले कभी परिकाल्पनिक चित्र नहीं बनाया हो तो आपके लिए खुद यह चित्र बनाना अच्छा होगा। आप इन शब्दों से एक चित्र बनाएं : गर्म, ठंडा, तापमान, तापमापी, हवा, मोमबत्ती, अंगीठी, जलना, धातु, प्लास्टिक, कुचालक आदि।

अगर आप अपने नक्शे की किसी दूसरे से तुलना करेंगे तो आप पाएंगे कि कोई भी दो चित्र एक जैसे नहीं होंगे। यहां इस बात पर बल दिया गया है कि कोई भी नक्शा 'सही' नहीं है परंतु यह चित्र बनाने वाले प्रत्येक व्यक्ति के बारे में बताता है कि संबंधों के बारे में वह क्या सोचता है। आपने नक्शा बनाते समय परेशानी महसूस की होगी और यह काम बच्चों के लिए भी आसान नहीं है। वैसे, बच्चों को इसे बनाते हुए आनंद आता है और इसके द्वारा अनौपचारिक तरीके से किसी विषय के बारे में उनकी समझ का मूल्यांकन किया जा सकता है।

इन चित्रों का एक और उपयोग है। जो विषय शुरू करना है उसके शब्द संबंधों का चित्र बच्चों से बनवाया जा सकता है। इन संबंधों से शिक्षक को मालूम पड़ेगा कि बच्चे उस विषय के बारे में क्या जानते हैं। इससे गतिविधियों की योजना बनाने में सहायता मिलेगी। विषय के अंत में बच्चों की मान्यताओं

को दर्शाने के लिए भी इन चित्रों का इस्तेमाल किया जा सकता है। विषय के शुरू और अंत के चित्रों से बच्चों की मान्यताओं में आए परिवर्तन को समझा जा सकता है।

अध्यापन के एक अंग के रूप में कार्य-कौशल और प्रवृत्ति का मूल्यांकन

जांच के बाद के मौखिक और लिखित विवरणों से बच्चों के कार्य-कौशल का कुछ अनुमान लगाया जा सकता है। हालांकि उनकी रचना में इस बात का विस्तृत विवरण नहीं होता कि उन्होंने किस तरह से अन्वेषण किया और अकसर उनमें ऐसी काफी सारी चीजें होती हैं जिनका स्पष्टीकरण किए जाने की आवश्यकता होती है। यहां पर धागे से बनाए टेलीफोन के उदाहरण से प्राथमिक बच्चों की विज्ञान संबंधी विवरण की अस्पष्टता समझ में आती है : 'हम लोग बरामदे में गए और धागे से बना अपना टेलीफोन भी ले गए। हमने कप को कस कर पकड़ा और उसमें कुछ बोला और हमें एकदम साफ सुनाई पड़ा, पर जब हम थोड़ा झुके तो साफ सुनाई देना बंद हो गया।'

यहां 'झुकने' का मतलब बिलकुल स्पष्ट नहीं है (किसी कोने के चारों ओर या फिर धागे को ढीला छोड़ा?) और क्या 'झुकते' समय अन्य घटक एक-समान रखे गए थे।

जांच करते समय हर बात का अवलोकन करने से इस अस्पष्टता को दूर किया जा सकता है। इसका मतलब बच्चे की हरेक क्रिया पर ध्यान देना नहीं है (और इस दौरान बाकी सब क्या कर रहे हैं इसमें उलझना नहीं है!)। योजना बनाकर गतिविधि के कुछ महत्त्वपूर्ण पक्षों को पहचान कर ध्यान से देखा जा सकता है। अगर शिक्षक किसी समूह में तब पहुंचे जब वहां काफी जांच हो चुकी हो तो वह उसे दुबारा दिखाने को कह सकता है। इस प्रकार अनपेक्षित घटनाओं के बावजूद शिक्षक को जांच के महत्त्वपूर्ण पक्षों का पता चल पाएगा।

अवलोकनों पर ध्यान केंद्रित करने के लिए सूची होने से सहायता मिलेगी। यह सूची कागज पर ही नहीं, दिमाग में भी होनी चाहिए। यहां दिए गए उदाहरणों की चीजें सामान्य हैं, किसी विशेष विषय के लिए नहीं हैं, इसलिए ये हरेक जांच के लिए उपयुक्त नहीं होंगी। परंतु इस अवसर पर क्रिया-कौशल के उपयोग को तब देखा जा सकता है जब उनका उपयोग किया जा रहा हो।

किसी एक सत्र में, सभी बच्चों के बारे में जानकारी मिलनी मुश्किल होगी। मूल्यांकन के लिए एक सत्र में, किसी विशेष समूह को 'लक्षित' समूह के रूप में चुनना ही अच्छा होगा। शिक्षक पूरी कक्षा के साथ सामान्य व्यवहार करे और इन बच्चों को ऐसा बिलकुल नहीं लगे कि उन्हें विशेष रूप से चुना गया है। 'लक्ष्य करने' का मतलब है कि शिक्षक इन बच्चों का अपने दिमागी सूची के आधार पर अवलोकन करेगा और घटना के तुरंत बाद जितने संभव होंगे उतने अवलोकनों को रिकॉर्ड करेगा। रिकॉर्ड में हरेक चीज के बारे में या तो 'हां' या 'न' हो सकता है और साथ ही उस विशेष गतिविधि का कुछ वर्णन भी हो सकता है।

छोटे बच्चों के लिए एक सरल जांच-सूची

इस सूची में अवलोकन, संप्रेषण और सरल व्याख्या पर ध्यान दिया गया है और साथ ही प्रवृत्ति संबंधी भी कुछ बातें हैं।

1. क्या कम-से-कम एक प्रासंगिक अवलोकन लिया गया है (जिसका विवरण कुछ कह कर या

लिख कर दिया गया हो)?
2. क्या उस पर स्पष्ट रूप से कोई विवरण था या चित्र बना था जिससे कि कोई दूसरा उसे पहचान सके?
3. क्या वस्तुओं के बीच अंतरों को और समय-समय पर होने वाले अंतरों को पहचाना गया?
4. क्या एक चीज की दूसरे के साथ तुलना की गई?
5. जो कुछ उन्होंने देखा उसके बारे में उनसे प्रश्न पूछे गए?
6. क्या उनके प्रश्न के समर्थन में कुछ मान्यताएं सुझाई गईं?
7. क्या एक घटक का दूसरे से संबंध जोड़कर कोई व्याख्या की गई?
8. क्या दृढ़ता और धीरज दिखाया गया?
9. क्या मान्यताएं एक-दूसरे को बताई गईं?
10. क्या कार्य के दौरान एक-दूसरे के साथ सहयोग किया गया?

बड़े बच्चों के लिए एक सरल जांच-सूची

1. क्या घटना के प्रासंगिक पक्षों का आरंभ में ही अवलोकन किया गया?
2. क्या समस्या समझी गई?
3. क्या जांच के दौरान एक बार में एक घटक को बदला गया?
4. क्या कम-से-कम एक घटक को नियंत्रित किया गया (सही प्रयोग के लिए)?
5. क्या जिस घटक को मापना था या जिसकी तुलना करनी थी उसे पहचाना गया?
6. क्या जांच के लिए प्रयोग को स्थापित करने के दौरान या बाद में माप लिए गए?
7. क्या नाप के उपकरणों का उनकी सूक्ष्मता के अनुरूप उपयोग हुआ?
8. क्या कम-से-कम एक उपयुक्त अवलोकन लिया गया?
9. क्या उपयुक्त संख्या में अवलोकन/माप लिए गए?
10. क्या अवलोकनों में सहायता के लिए किसी सरल उपकरण का उपयोग किया गया?
11. क्या समय पर परिणामों को उपयुक्त रूप से दर्ज किया गया?
12. क्या परिणामों में पद्धतियां और नियमितताएं पहचानी गईं?
13. क्या क्रियाओं को किसी उपयोगी क्रम में किया गया?
14. क्या कुछ परिणामों की जांच की गई और उन्हें दोहराया गया?
15. क्या सामान्यीकृत और सत्यापित परिणाम निकाले गए?
16. क्या परिणामों को समझाने के लिए कुछ परिकल्पनाएं सुझाई गईं?
17. क्या खोज और जांच-परख के लिए अन्य प्रश्न उठाए गए?
18. क्या त्रुटियों के स्रोतों को पहचाना गया?
19. क्या बच्चों ने धीरज दिखाया?
20. क्या विचारों और मान्यताओं पर आपस में चर्चा हुई?
21. क्या दूसरों के विचारों को स्वीकार किया गया?
22. क्या काम आपसी सहयोग से किया गया?

चूंकि इस तरीके से एक सत्र में केवल कुछ ही बच्चों का मूल्यांकन हो सकता है इसलिए दूसरे सत्रों

में शिक्षक को अन्य बच्चों को अपना 'लक्ष्य' बनाना चाहिए। अगर मूल्यांकन के दौरान बच्चे अलग-अलग काम कर रहे हों या भिन्न-भिन्न जांचों में लगे हों तो उससे हमें कुछ फर्क नहीं पड़ता है। समय गुजरने के साथ शिक्षक बच्चों को सभी प्रकार की अलग-अलग गतिविधियां करते हुए देख पाएगा और उसके आधार पर यह समझ पाएगा कि कौन-सी क्षमताएं किन क्रियाओं में उपयोग की जा रही हैं। इस महत्त्वपूर्ण घटना से शिक्षक उन गतिविधियों को पहचान पाएंगे जो बच्चों को कौशल का उपयोग करने के लिए प्रेरित करती हैं। यहां पर निदान के लिए जानकारी का इस्तेमाल किया जा रहा है और जैसा कि वांछित था।

मूल्यांकन की योजना

कई बार हमने इस बात का जिक्र किया है कि मूल्यांकन को गतिविधियों का एक हिस्सा होना चाहिए। अगर मूल्यांकन का उद्देश्य नैदानिक है तो उसके लिए यह बहुत जरूरी है। इसे बाद में विचार करने के लिए नहीं छोड़ा जा सकता।

जब हम गतिविधियों की योजना बनाते हैं तो योजना निर्माण से क्रियान्वयन के बीच कई चरण होते हैं :

गतिविधियों की योजना स्कूल के पाठ्यक्रम के अनुसार बनती हैं जिसका संबंध राष्ट्रीय पाठ्यक्रम से होता है। → **स्कूल कार्यक्रम**

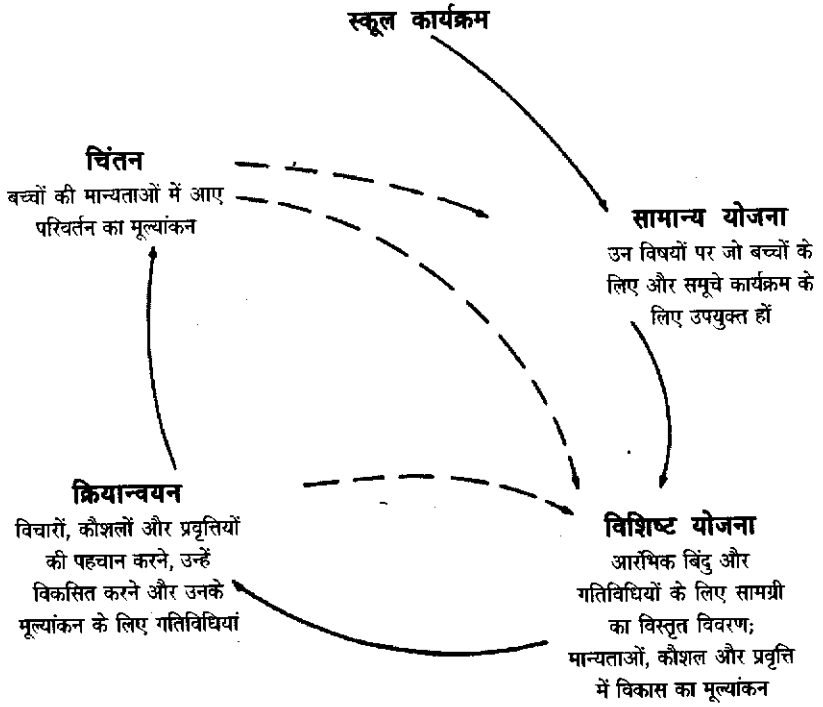
शिक्षक पहले कक्षा के कार्यक्रम को सामान्य स्तर पर बनाता है, यहां पाठ्यक्रम में विज्ञान एवं अन्य विषयों के संबंध की योजना बनाई जाती है। → **सामान्य योजना**

फिर विशिष्ट योजना बनती है–शुरुआत और संभावित गतिविधियों की, अब सामग्री और संसाधनों का निर्धारण किया जाता है। → **विशिष्ट-योजना**

फिर योजना क्रियान्वित होती है। → **क्रियान्वयन**

योजना बनाने के इन चरणों में मूल्यांकन को अध्यापन के एक अंग के रूप में जोड़ना बहुत महत्त्वपूर्ण है। इसके लिए बच्चों की मान्यताओं, कौशल, प्रवृत्ति के विषय में जानकारी एकत्र करने के लिए योजना बनानी पड़ेगी। इसमें चिंतन का एक और चरण जुड़ जाएगा (जिसमें रिकॉर्ड रखना सहायक होगा), और इससे पिछले चरणों के लिए प्रतिपुष्टि भी मिलेगी।

प्रतिपुष्टि के कारण यह प्रक्रिया एक चक्र में बदल जाती है। मूल्यांकन के दौरान मान्यताओं में परिवर्तन सुझाने के साथ-साथ आने वाली गतिविधियों के लिए नई जानकारी भी दी जाती है।



अध्याय 11

वैज्ञानिक परिकल्पनाओं और कौशलों का औपचारिक मूल्यांकन

परिचय

इस अध्याय में हम उस मूल्यांकन पर चर्चा करेंगे जिसे पृष्ठ 96 पर 'योगात्मक' नाम दिया गया है। पिछले अध्याय के विपरीत, यह मूल्यांकन औपचारिक होगा, और हर समय न होकर, निश्चित अंतरालों पर होगा।

इस प्रकार का मूल्यांकन एक कक्षा से दूसरी कक्षा के बच्चों की प्रगति जानने के लिए, उन्हें चुनने के लिए और उनकी उपलब्धियों को बताने के लिए किया जाता है। कभी-कभी यह मूल्यांकन स्कूल में ली गई परीक्षा पर आधारित होता है तो कभी इसके लिए परीक्षा-पत्र बाहर से आता है।

ऐसे सभी मूल्यांकनों का परिणाम बच्चों के लिए और स्कूल की प्रतिष्ठा के लिए महत्त्वपूर्ण होता है। परीक्षा इतनी महत्त्वपूर्ण होती है कि उसकी प्रकृति और विषय-वस्तु ही काफी हद तक पाठ्यक्रम को निर्धारित करती है।

व्यावहारिक रूप से इसका अर्थ यह है जिसका मूल्यांकन किया जाता है वही पढ़ाया जाता है। सैद्धांतिक उद्देश्य कितने ही मूल्यवान क्यों न हों, परंतु अगर बच्चों का मूल्यांकन केवल उनके तथ्यों को याद करने पर होगा, तो व्यवहार में भी मुख्यतः उन्हें तथ्य ही रटाए जाएंगे।

इसलिए ऐसी परीक्षाएं, जो सभी उद्देश्यों का मूल्यांकन करें, को विकसित करना आवश्यक है। अगर प्रक्रिया आधारित गतिविधियों को फलना-फूलना है और बच्चों को केवल 'रटन्तविद्या' नहीं सिखानी है, उनमें *समझ* विकसित करनी है तब प्रक्रिया आधारित समझ का मूल्यांकन करना होगा।

जैसा कि हमने पिछले अध्याय में देखा है, ऐसा मूल्यांकन प्रयोगात्मक क्रियाओं का अवलोकन और बच्चों के निर्माण कार्य का विश्लेषण करके किया जा सकता है। परंतु जब एक साथ बहुत से बच्चों का तुलनात्मक परिस्थितियों में मूल्यांकन करने की जरूरत हो, तो प्रयोगात्मक क्रियाओं के द्वारा औपचारिक मूल्यांकन कर पाना ज्यादा व्यावहारिक नहीं होगा। व्यवहार में मूल्यांकन का काम काफी समय तक लिखित परीक्षाओं के द्वारा ही होगा।

लिखित परीक्षाओं के जरिए बच्चों के कौशल और समझ का मूल्यांकन करने के लिए भी बहुत कुछ किया जा सकता है। अगर शिक्षक और परीक्षा-पत्र बनाने वाले इसका उपयोग करेंगे तो वे रट्टू तोते की जगह व्यावहारिक सीख को प्रोत्साहित करेंगे।

बच्चों की वैज्ञानिक परिकल्पनाओं की समझ के मूल्यांकन हेतु प्रश्न

समझ और *रटंत* के मूल्यांकन के बीच केवल एक ही अंतर है। रटंत में मान्यताओं का केवल वर्णन करना होता है जबकि समझ में उनका *इस्तेमाल* करना होता है।

नीचे दिए दोनों प्रश्नों के बीच अंतर देखें। दोनों प्रश्न घुलने की मान्यताओं से जुड़े हैं।

इनमें से कौन पानी में घुलनशील है?

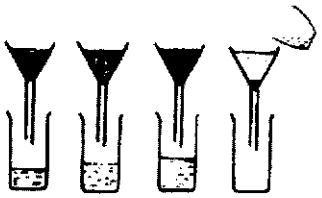
रेत	○
नमक	○
सीमेंट	○
चॉक	○

डेविड और जॉन ने समान मात्रा में सूखी रेत, मिट्टी, कंकड़ और नमक को चार कीपों में रखा।

वे जानना चाहते थे कि ये पदार्थ कितना-कितना पानी सोखेंगे। इसलिए उन्होंने प्रत्येक कीप में 100 मिली. पानी डाला।

पहले तीन पदार्थों के लिए तो सब ठीक था पर जब उन्होंने नमक में पानी डाला तो लगभग सारा नमक गायब हो गया।

मिट्टी सूखी रेत कंकड़ नमक



आपकी राय में नमक क्यों गायब हो गया और बाकी सारी ठोस चीजें क्यों नहीं घुलीं?

मेरी राय में यह इसलिए हुआ क्योंकि.....

.....

.....

बायें प्रश्न का उत्तर इस तथ्य को याद करके दिया जा सकता है कि नमक पानी में घुलता है और इसके लिए 'घुलनशीलता' को समझना आवश्यक नहीं है। दायें हाथ के प्रश्न का उत्तर देने के लिए यह जानना आवश्यक है कि नमक घुलता है परंतु इसके अतिरिक्त 'घुलने' की प्रक्रिया की समझ भी जरूरी

है। अब चूंकि 'घुलना' शब्द का प्रश्न में जिक्र नहीं किया गया है इसलिए बच्चे को घटना से परिचित करवाना होगा।

इन उदाहरणों को देखें और देखें कि इनमें कौन से केवल स्मरण-शक्ति का मूल्यांकन करते हैं और कौन व्यवहार में उसके इस्तेमाल की समझ का मूल्यांकन करते हैं।

चैफफिंच राजहंस चील

(एक प्रकार का पक्षी)

1 चोंचें इसलिए अलग-अलग हैं जिससे पक्षियों को पहचानने में आसानी हो। □

2 चोंचों में अंतर का कोई कारण नहीं है, यह ऐसे ही हो गया। □

3 चोंचें अलग-अलग इसलिए हैं क्योंकि ये पक्षी अलग-अलग भोजन करते हैं। □

(क) आपकी राय में इनमें से कौन से दो जीव एक प्रकार का भोजन करते होंगे?

.....

(ख) वे एक प्रकार का भोजन करते होंगे, ऐसा आप क्यों समझते हैं?

क्योंकि.....

.....

.....

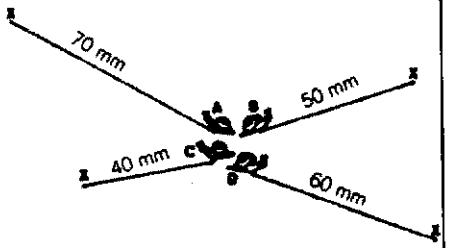
.....

.....

घोंघे कितनी तेज चलते हैं?

यह जानने के लिए जॉन और पामेला ने चार घोंघों को एक-दूसरे के पास रखा और उनके पथ पर निशान लगाया।

30 सेकेंड चलने के बाद घोंघे किस स्थान पर पहुंचे उन्होंने उस जगह पर क्रॉस (x) का निशान लगाया।



(क) कौन-सा घोंघा सबसे तेज चला?

.....

(ख) अगर घोंघा 'स' इसी गति से 15 सेकेंड और चलता तो वह क्रॉस (x) से कितना आगे जा पाता?

किसी गतिशील वस्तु की गति का मतलब होता है :

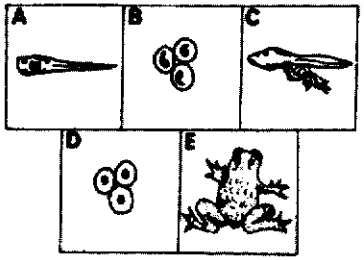
वह कितनी दूर जाती है	○
उसमें कितना बल है	○
वह कितनी देर तक चलती रहती है	○
वह एक निश्चित समय में कितनी दूर जाती है	○
इनमें से कोई भी नहीं	○

समझ का मूल्यांकन करने के लिए हमें ऐसे प्रश्न बनाने चाहिए जो सामान्य प्रकार की समस्याओं के बारे में हों। फिर इन्हें ऐसे प्रश्नों में बदलना चाहिए जिनसे परिकल्पना का परीक्षण हो सके।

बच्चों को दिए गए काम के द्वारा कुछ सामान्य प्रकार के प्रश्नों का विवरण दिया जा सकता है। जैसे, घटनाओं को (अनियमित रूप में) वैज्ञानिक आधार पर एक क्रम में सजाना; दी गई चीजों के आपसी संबंधों का वैज्ञानिक अवधारणाओं पर वर्णन करना; किसी घटना को चुनना या वैज्ञानिक आधार पर उसकी व्याख्या करना; वैज्ञानिक आधार पर किसी परिस्थिति के बारे में अनुमान लगाना और उसका कारण देना; अनुमान लगाना (या चुनना) और इसका कारण बताना।

नीचे के उदाहरणों का अध्ययन करें और उनमें ऊपर उल्लेख किए गए सामान्य प्रकार के प्रश्नों को पहचानने की कोशिश करें।

नीचे एक मेढक के जीवन-चक्र की सभी अवस्थाएं हैं पर इनको आपस में मिला दिया गया है।



नीचे, चित्रों के अंकों को सही क्रम में लिखें।

.....
....

एक खाद्य शृंखला दर्शाती है कि कैसे अलग-अलग जीव एक-दूसरे पर भोजन के लिए निर्भर होते हैं। ख←क का मतलब है कि ख क को खाता है।

नीचे कुल पांच खाद्य शृंखलाएं दी गई हैं पर उनमें से एक संभव नहीं है।

जो संभव नहीं है उसके आगे निशान लगाएं।

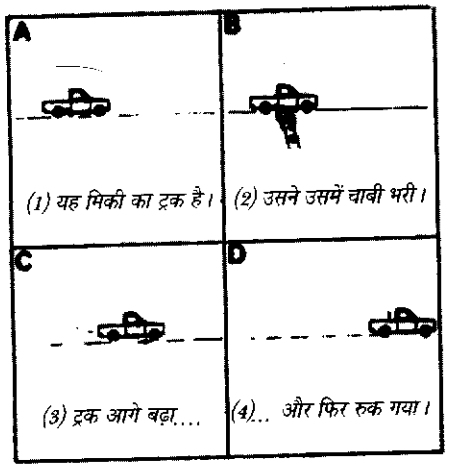
- ☐ लोमड़ी←खरगोश←घास
- ☐ उल्लू←पक्षी←इल्ली←कुकुरमुत्ता
- ☐ मेढक←सोनपंखी (लेडीबर्ड)←हरी मक्खी
- ☐ पक्षी←तितली←पैंजी फूल←मच्छर
- ☐ मनुष्य←बड़ी मछली←मध्यम आकार की मछली←छोटी मछली←सूक्ष्म जल जीव

(क) यहां बिंदुओं वाली रेखा केतली में पानी का स्तर दर्शाती है।

एक रेखा द्वारा केतली की टोंटी में भी पानी का स्तर दिखाएं?

(ख) केतली को थोड़ा टेढ़ा किया गया है जिससे कि उसकी टोंटी में से बूंद-बूंद पानी निकलना शुरू हो गया है।

एक रेखा से इस स्थिति में पानी के स्तर को दिखाएं?



(क) मिकी के ट्रक में सबसे अधिक ऊर्जा कब थी?

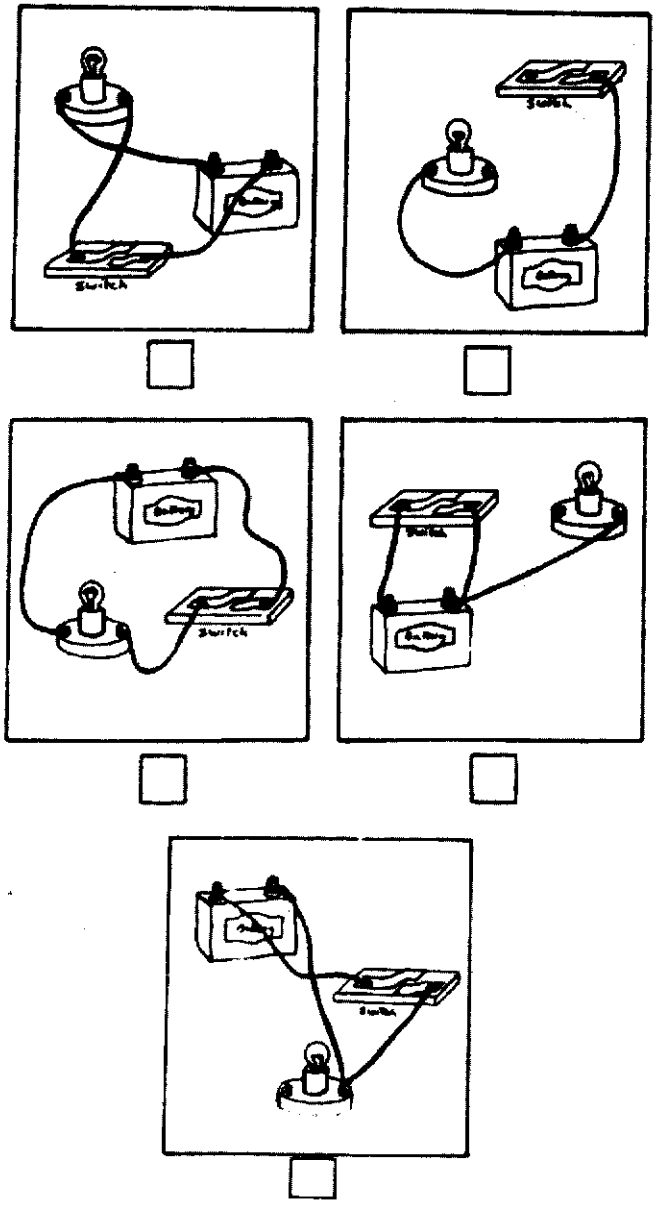
आप जिस उत्तर को चुनें उसके आगे निशान लगाएं।

- ☐ क चाबी भरे जाने से पहले
- ☐ ख चाबी भरे जाने के बाद
- ☐ ग जब ट्रक चल रहा था
- ☐ घ जब ट्रक रुक गया था
- ☐ हर समय एक समान

(ख) आपने जिस उत्तर को चुना उसको चुनने का कारण बताएं।

क्योंकि.....
.....
.....
.....

नीचे के कुछ चित्रों में, तार इस प्रकार जुड़े हैं कि स्विच को दबाने पर बल्ब जलेगा। उन चित्रों पर निशान लगाएं जिनमें आपको लगता है कि स्विच दबाने से बल्ब जलेगा।



अब प्रत्येक प्रकार के लिए एक प्रश्न बनाएं जिससे निम्न मान्यताओं की जांच हो सके। मान्यता के अनुसार ही प्रश्न के प्रकार को चुनें। आप शायद हरेक मान्यता के लिए एक से अधिक प्रश्न बनाना चाहें।

- हवा हमारे चारों ओर स्थान घेरती है।
- चंद्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करता है और सूर्य के प्रकाश को परावर्तित करता है।
- जब कोई वस्तु अचल होती है तो उस पर लग रहे बल समान और विपरीत दिशा में होते हैं।
- घर्षण वह बल है जो सामान्यतः गति को रोकता है।
- ध्वनियां कंपन करती हुई चीजों द्वारा पैदा होती हैं और वे पदार्थों से होकर यात्रा कर सकती हैं।

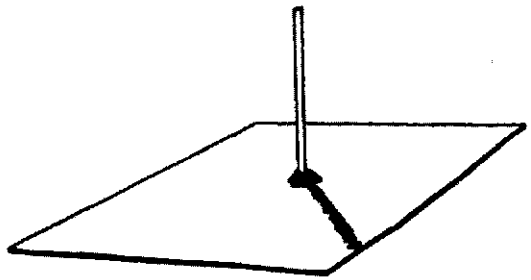
वैज्ञानिक क्रिया-कौशलों का मूल्यांकन

क्रिया-कौशल का कागज पर मूल्यांकन करने के लिए कुछ प्रभावशाली प्रश्न बनाएं जा सकते हैं। परिचय में सुझाए गए कारणों के अनुसार, अगर ये क्षमताएं पाठ्यक्रम का एक उद्देश्य हैं तो उनका भी परीक्षाओं में समावेश होना चाहिए। यहां पर यह स्पष्ट करना जरूरी है कि सभी कौशल का कागज पर, लिखित प्रश्नों के जरिए मूल्यांकन करना संभव नहीं होगा। कुछ को आंशिक रूप से ही करना संभव होगा। विशेषकर *अभिकल्पन* और *निर्माण* के काम को, जिसमें *सामग्रियों एवं उपकरणों* के साथ प्रयोग करना और ठोस वस्तुओं के साथ काम करना होता है, को इस प्रकार कर पाना संभव न होगा। प्रवृत्ति का कागज पर मूल्यांकन करना भी शायद ठीक नहीं होगा। निम्नलिखित बातों को सोचते समय इन सीमाओं को ध्यान में रखें।

क्रिया-कौशल के मूल्यांकन में मुख्य काम, एक ऐसी स्थिति बनाना है जिसमें छात्र अपनी क्षमताओं का *उपयोग* कर सकें (भले ही विवरण न दें या पहचानें नहीं)।

परछाइयों के बारे में निम्न प्रश्नों का अध्ययन करें :

कुछ बच्चों ने एक बड़े कागज की शीट में एक पेंसिल को सीधा घुसाकर इस प्रकार की एक सूर्य-घड़ी बनाई।



उन्होंने उसे धूप वाले दिन बाहर रखा और दिन में अलग-अलग समय पर पेंसिल की परछाइयों पर निशान लगाए।

(क) चित्र में से परछाईं की लंबाई नापें और उसे समय के साथ इस सारणी में लिखें :

दिन का समय	परछाईं की लंबाई सेंटीमीटर में
9.30 बजे	11.2

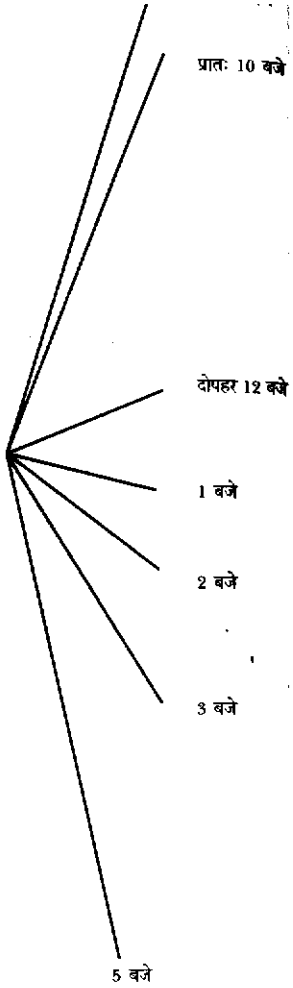
(ख) शाम को 4 बजे बादल घिर आए थे और कोई भी परछाईं नहीं थी। 4 बजे की परछाईं चित्र में किस प्रकार की दिखेगी।

(ग) परछाईं को आप कहां और कैसे बनाएंगे, इस बात का निर्णय आपने कैसे लिया?

.....

.....

.....



प्रश्नों की यह सूची, समान संदर्भ का उपयोग कर, अलग-अलग कौशल का मूल्यांकन करती है। प्रश्न (क) में बच्चों को चित्र में बनी रेखाओं की लंबाई को *नापना* है। उन्हें अपने नतीजे दूसरों को *बताने* के लिए तालिका का प्रयोग करना है। प्रश्न (ख) बच्चों से अनुमान लगाने के लिए कहता है और प्रश्न (ग) उनसे चित्र में, रेखाओं की लंबाइयों में *नमूने* और *संबंध* खोजने के लिए कहता है। ये चीजें परछाइयों को बिलकुल नहीं *जाने बिना* भी की जा सकती थीं। अगर आपने इस प्रकार की गतिविधियों को पहले कभी किया भी हो, तो भी वे इन प्रश्नों के उत्तर में ज्यादा सहायक नहीं होंगी।

प्रक्रियाओं पर आधारित प्रश्नों को बनाने के लिए यहां पर उदाहरणों के जरिए कुछ संकेत दिए गए हैं। ऐसी स्थिति का वर्णन करें जिससे बच्चे परिचित हों परंतु जिसमें विस्तृत जानकारी एकदम अनूठी हो; कोई ऐसा काम दें जो केवल किसी खास क्रिया-कौशल के माध्यम से ही संपन्न हो सके और स्मरण पर आधारित प्रश्नों को छोड़े दें।

परिकल्पना की समझ का मूल्यांकन करने के लिए जिस प्रकार के सामान्य प्रश्न पूछे गए थे, उसी प्रकार के प्रश्न प्रत्येक क्रिया-कौशल के मूल्यांकन के लिए भी उपयोगी होंगे। इस प्रकार के प्रश्नों का वर्णन *क्रिया-कौशलों* के सूचकों (पृष्ठ 35-38) में आसानी से मिल जाएगा क्योंकि इनमें क्रिया-कौशलों का इस्तेमाल करते समय बच्चे क्या कर रहे होंगे इस बात का उल्लेख किया गया है। इनमें से उन प्रश्नों को चुना जा सकता है जो लिखित कार्य के लिए उपयुक्त हों।

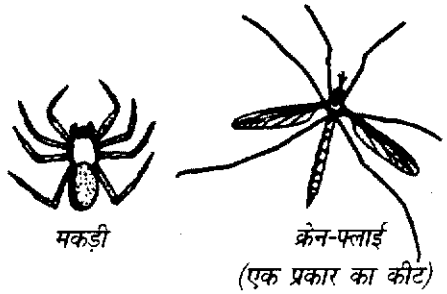
अगले कुछ पृष्ठों पर प्रत्येक कौशल के लिए कुछ सामान्य प्रश्न और उनके कुछ उदाहरण दिए गए हैं।

आप उदाहरणों को विभिन्न प्रकार के प्रश्नों से मिला कर देखें और फिर प्रत्येक क्रिया-कौशल के लिए और प्रश्न बनाएं।

अवलोकन

काम के प्रकार :

- अपनी इंद्रियों का उपयोग करते हुए जानकारी एकत्र करना;
- वस्तुओं के बीच में समानताएं और असमानताएं ढूंढ़ना;
- वस्तुओं को उनके सही विवरण से मिलाना।



मकड़ी *क्रेन-फ्लाई*
(एक प्रकार का कीट)

मकड़ी और क्रेन-फ्लाई के चित्रों को देखें।
चित्र में देखकर इनके बीच तीन समानताएं और तीन अंतर बताएं कि वे आपस में क्यों मित्र हैं?

समानताएं	असमानताएं
1.....	1.....
.....	.....
.....	.....
2.....	2.....
.....	.....
.....	.....
3.....	3.....
.....	.....
.....	.....

पौधा 1 पौधा 2 पौधा 3

इस प्रश्न में आपको नीचे दी गई 'पौधों की कुंजी' का उपयोग करके इन तीन पौधों के नाम मालूम करना है। कुंजी का प्रयोग इस प्रकार करना है :
पहले पौधे और ऊपर के प्रश्न से शुरू करें। इस प्रश्न का उत्तर खोजें और फिर अपने उत्तर के तीर के द्वारा दूसरा प्रश्न ढूँढ़ें।

तीरों का पीछा तब तक करते रहें जब तक आपको पहले पौधे का नाम न पता चले।

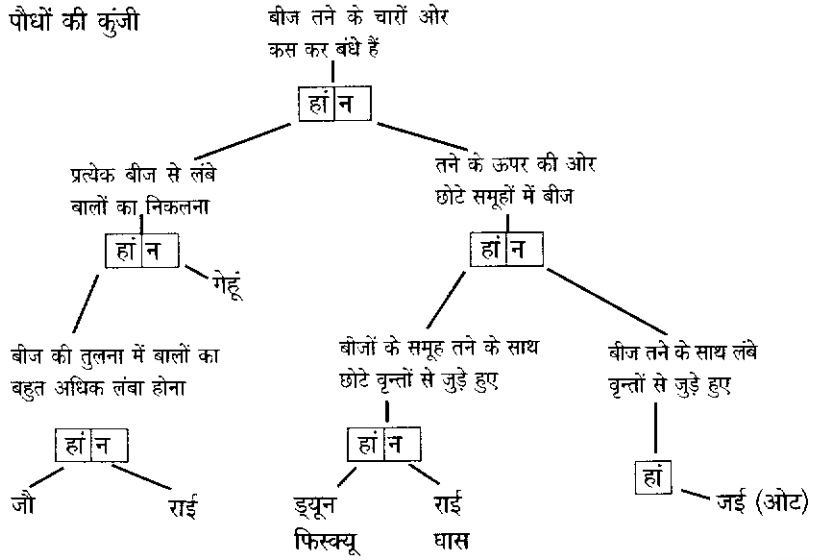
उसके नाम को (क) पर लिखें।

अब पौधा 2 और 3 के साथ भी ऐसा ही करें।

प्रत्येक पौधे के लिए कुंजी ऊपर से शुरू करें।

(क) पौधा 1.....
(ख) पौधा 2.....
(ग) पौधा 3.....

पौधों की कुंजी

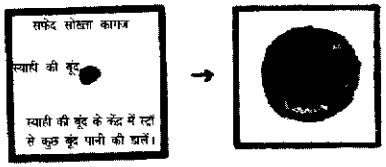


प्रश्न पूछना

इसका कागज पर मूल्यांकन करना कठिन है और वस्तुतः इसमें केवल एक ही प्रकार का काम है :

- किसी दी गई परिस्थिति के बारे में ऐसे प्रश्न सुझाना जिनका उत्तर किसी जांच द्वारा खोजा जा सके।

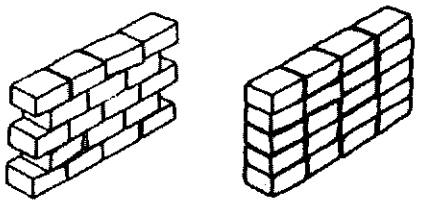
सैम ने एक सोख्ता कागज पर एक बूंद स्याही की डाली और फिर उस पर कुछ बूंदें पानी की डालीं। इससे स्याही अलग-अलग रंगों में छिटक गई।



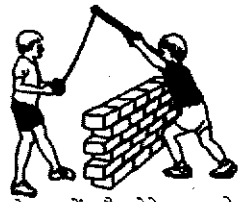
अगर आपके पास विभिन्न प्रकार के कागज हों और अलग-अलग रंग की स्याहियां हों तो आप किस प्रकार के प्रश्नों की जांच कर सकते हैं? ऐसे दो प्रश्न सुझाएं।

.....
.....
.....
.....

पेटे और जो ने लकड़ी के टुकड़ों से कुछ दीवारें बनाईं। दोनों दीवारों में 'ईंटों' को अलग-अलग शैली में लगाया गया।



दोनों में से कौन-सी दीवार ज्यादा मजबूत है इसका परीक्षण उन्होंने इस प्रकार किया:



इन लकड़ी के टुकड़ों और पेटे तथा जो के पास उपलब्ध सामान से आप दीवारों के बारे में अन्य कौन से प्रश्नों की जांच सकते हैं?

.....
.....
.....
.....

शैली और संबंध खोजना

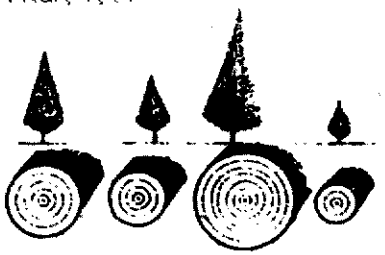
काम के प्रकार :

- दी हुई जानकारी और आंकड़ों में संबंधों के नमूने खोजना;
- कोई ऐसा संभावित संबंध खोज पाना जो प्रमाणों के खिलाफ हो;
- प्रमाणों पर आधारित परिणामों और सबूतों की परिधि से परे के निर्णयों के बीच अंतर करना।

जब हम किसी पेड़ के तने को काटते हैं तो हमें इस प्रकार के वृद्धि वलय दिखते हैं।

इस पेड़ में वृद्धि के तीन वलय हैं

नीचे के पेड़ों को अलग-अलग समय पर एक ही जंगल में लगाया गया था। कटने से पहले पेड़ों के चित्र दिखाए गए हैं और कटने के बाद उनके वृद्धि वलय नीचे दिखाए गए हैं।

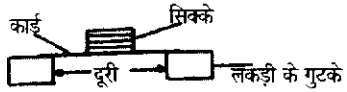


पेड़ों की ऊंचाई और उनके तनों के वृद्धि वलयों के विषय में आपने क्या नोट किया?

.....

.....

जूलियन ने लकड़ी के दो गुटकों और गत्ते के एक टुकड़े से पुल का एक मॉडल बनाया।



उसने दोनों गुटकों के बीच की दूरी नापी और पुल कितने 50 पैसों के सिक्कों को संभाल सका, उन्हें गिना? उसके नतीजे नीचे दिए गए हैं :

गुटकों के बीच की दूरी सेमी. में	50 पैसों के सिक्कों की संख्या
10	5
18	1
12	4
16	2
14	3

(क) गुटकों के बीच की दूरी और पुल द्वारा संभाले गए सिक्कों की संख्या के बीच आपको क्या संबंध नजर आता है?

मैंने जो संबंध देखा है वह.....

.....

(ख) अगर गुटकों के बीच की दूरी 8 सेमी. हो तो पुल कितने 50 पैसों के सिक्कों को संभाल पाएगा? मेरी राय में पुल 50 पैसे के... सिक्कों को संभाल सकेगा।

बाग में लगे सेब के इस पेड़ को देखें।

फिर नीचे के वाक्यों को पढ़ें।

केवल चित्र को देखकर, जो वाक्य आपको सबसे सही लगता हो उस पर निशान लगाएं।

- ☐ हवा के कारण कुछ सेब पेड़ से गिर गए हैं।
- ☐ जमीन पर भी सेब हैं और पेड़ पर भी सेब हैं।
- ☐ पेड़ों पर लगे सेबों को अब तोड़ने का समय आ गया है।
- ☐ जमीन पर पड़े सेब खराब हैं।
- ☐ पेड़ अपने पर लगे सारे सेबों के भार को उठाने में असमर्थ रहा।

परिकल्पना

यहां पर जिन कौशलों का उल्लेख है वे अवधारणाओं और पूर्व जानकारी का उपयोग करते हैं। इसलिए इन प्रश्नों, और समझ का मूल्यांकन करने वाले प्रश्नों के बीच बहुत समानता है। यहां हम उन प्रश्नों को लेंगे जिनमें परिकल्पना के समय कुछ अटकलें भी लगानी पड़ती हैं।

काम के प्रकार :

- किसी अवलोकन की व्याख्या उसकी अवधारणा के आधार पर करना;
- किसी भी घटना के एक से अधिक संभावित कारण सुझाना।

डेविड का बाग ढलान पर है और वह गांव के खेल के मैदान तक जाता है। खेल के मैदान में कुछ ऐसे पेड़ हैं जिनकी टहनियां बाग में आती हैं।

डेविड ने पाया कि इन पेड़ों के नीचे उग रहे गुलाब के पौधों की ऊंचाई, ढलान के ऊपर वाले भाग में स्थित गुलाब के पौधों की तुलना में कहीं अधिक है।

डेविड को कुछ समझ में नहीं आ रहा है। क्या पेड़ों के नीचे वाले गुलाब के पौधों की अधिक ऊंचाई के दो कारण आप बता सकते हैं?

1 इसका कारण.....

.....

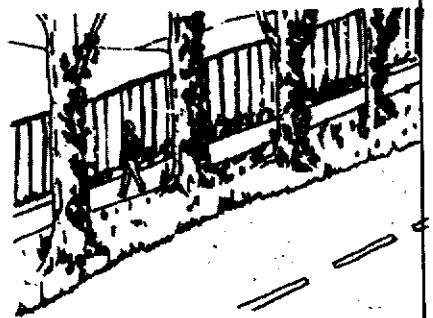
.....

2 इसका कारण.....

.....

.....

इस पगडंडी से गुजरते हुए थॉमस ने एक प्रकार की बेल को पेड़ों पर उगते देखा। उसने पाया कि बेल पेड़ के तने की परिधि के केवल तीन-चौथाई भाग पर ही लिपटी थी। पगडंडी के एकदम पास, तने के भाग में, किसी भी पेड़ में बेल नहीं थी।



पेड़ के केवल कुछ ही हिस्सों में बेल के उगने के दो संभावित कारण बताएं? पहले को (क) पर और दूसरे को (ख) पर लिखें।

(क) इसका कारण यह हो सकता है कि.....

.....

.....

(ख) या शायद, इसका कारण.....

.....

.....

जॉन ने चार रूमाल धोए और उन्हें अलग-अलग जगहों पर सुखाया। वह यह देखना चाहता था कि जिस जगह पर इन्हें सुखाया गया है क्या उससे रूमाल के सूखने पर कोई फर्क पड़ा है।

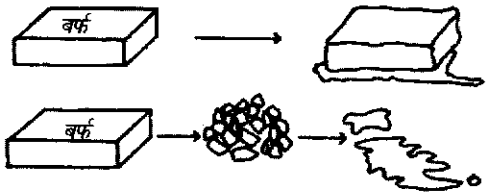
(क) आपके विचार में इन चारों जगहों में से कहां पर रूमाल सबसे जल्दी सूखेगा? इनमें से एक पर निशान लगाएं :

- ☐ बंद बरामदे में जहां ठंडक और छाया थी
- ☐ एक गर्म कमरे में बंद खिड़की के सामने
- ☐ एक गर्म कमरे में खुली खिड़की के सामने
- ☐ एक ठंडे कमरे में खुली खिड़की के सामने
- ☐ सभी एक समान

(ख) अपने उत्तर पर निशान लगाने का कारण बताएं?

.....
.....
.....
.....
.....

दो एक-जैसे बर्फ के टुकड़ों को एक ही समय पर फ्रिज से निकाला गया। एक को वैसे ही रहने दिया गया पर दूसरे वाले का चूरा किया गया।



यह पाया गया कि चूरा किया गया टुकड़ा दूसरे टुकड़े की तुलना में जल्दी पिघला।

आपकी राय में ऐसा क्यों हुआ?

मेरे विचार में इसका कारण.....
.....
.....
.....

युक्ति खोजना और अन्वेषणों की योजना बनाना

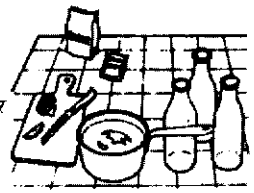
काम के प्रकार :

- किसी दी गई समस्या का हल खोजने के लिए जांच की पूरी प्रक्रिया का विवरण देना।

- जांच के दौरान किन घटकों को बदलना होगा और किन घटकों को नियंत्रित करना होगा इसकी पहचान करना।
- जांच-पड़ताल के दौरान क्या मापना है और किसकी तुलना करनी है इसे पहचानना।
- इस जांच के परिणामों का मूल समस्या के समाधान के लिए किस प्रकार उपयोग होगा इसे स्पष्ट करना।

माइकल ने इस नुस्खे के अनुसार नींबू का शरबत बनाया :

4 लीटर पानी
2 नींबू
500 ग्राम चीनी
5 ग्राम सूखा खमीर



फिर किसी ने उसे बताया कि शरबत के अंदर उठने वाले बुलबुले, उसमें पड़ी चीनी की मात्रा पर निर्भर करेंगे।

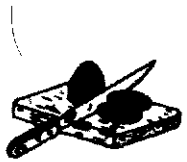
जब माइकल ने दुबारा शरबत बनाया तो वह इस बात के सही होने की जांच करना चाहता था।

(क) नुस्खे में क्या बदलना चाहिए?

.....
.....
.....

(ख) नुस्खे में क्या नहीं बदलना चाहिए?

.....
.....
.....



मान लीजिए कि आप डबलरोटी, सब्जी या मीट काटने के लिए एक काटने का तख्ता (चॉपिंग-बोर्ड) बनाना चाहते हैं।

आपको यह निर्णय लेना होगा कि इसके लिए सबसे अच्छी लकड़ी कौन-सी होगी। आपके पास चार प्रकार की लकड़ियों (क, ख, ग, घ) के गुटके हैं और आप नीचे चित्र में बनी सभी वस्तुओं का उनके परीक्षण के लिए उपयोग कर सकते हैं। (सभी चीजों का इस्तेमाल करना जरूरी नहीं है।)

आपको क्या करना चाहिए :

सबसे अच्छा काटने का तख्ता बनाने के लिए चारों लकड़ियों के गुटके की जांच करें

यह अवश्य बताएं कि

- आप कौन-सी चीजें इस्तेमाल करेंगे
- आप क्या करेंगे
- आप परिणाम को किस प्रकार ज्ञात करेंगे।

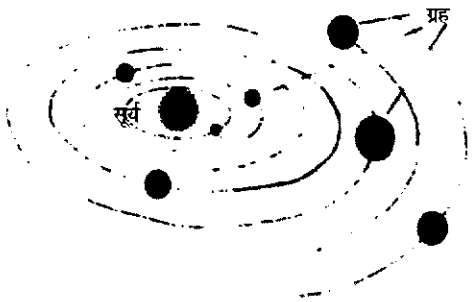
.....
.....
.....

अनुमान लगाना

काम के प्रकार :

- प्रमाणों के आधार पर यह बताएं उन परिस्थितियों में आगे क्या होगा (अटकलें नहीं लगाएं) जहां अभी तक सबूत इकट्ठे नहीं किए गए हैं;
- अनुमान लगाएं और अनुमान लगाने का कारण समझाएं।

ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं



नीचे दी गई सारिणी को देखें:

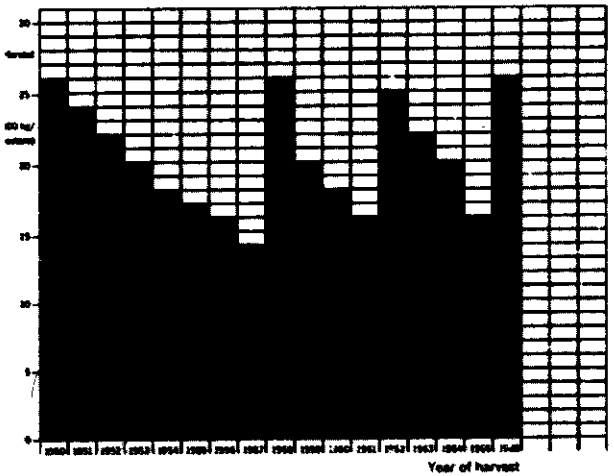
ग्रह	सूर्य से दूरी	सूर्य की एक परिक्रमा करने का समय
बुध	580 लाख किमी.	88 दिन
शुक्र	1,080 लाख किमी.	225 दिन
पृथ्वी	1,500 लाख किमी.	1 साल
बृहस्पति	7,800 लाख किमी.	12 साल
अरुण (यूरेनस)	28,700 लाख किमी.	84 साल
वरुण (नेप्च्यून)	45,000 लाख किमी.	165 साल

(क) एक और ग्रह है जो इस सारिणी में नहीं है। वह सूर्य से लगभग 14,300 लाख किमी. की दूरी पर है। इस ग्रह को सूर्य की एक परिक्रमा करने में लगभग कितना समय लगेगा?
आप जिस उत्तर को चुनें उसके आगे निशान लगाएं :

- ☐ 10 साल
- ☐ 100 साल
- ☐ 100 दिन
- ☐ 30 साल
- ☐ 300 दिन

(ख) आपके विचार में उसे इतना समय क्यों लगेगा?
क्योंकि.....
.....
.....
.....

भारत में किसान फसलों को बोने के लिए अकसर जंगलों को काटते हैं। शुरू में तो इससे उपज बहुत अधिक होती है फिर हर साल कम होती जाती है। फिर किसान खाद डालते हैं और उससे फसल की उपज बढ़ती है क्योंकि खाद से मिट्टी को वे तत्त्व मिलते हैं जिनकी पौधों को बढ़ने के लिए जरूरत होती है।
नीचे का रेखाचित्र एक क्षेत्र में फसल की वार्षिक उपज को दिखाता है।



रेखाचित्र पर दिखाएं कि इन वर्षों में कितनी फसल हुई होगी :
(क) 1967, जब कोई खाद न डाली गई हो
(ख) 1968, जब कोई खाद न डाली गई हो
(ग) 1969, जब खाद डाली गई

मापना और गणना करना

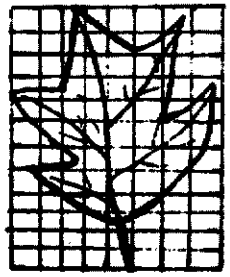
काम के प्रकार :

- किसी दी गई परिस्थिति में सही इकाइयों का इस्तेमाल करके उपयुक्त सूक्ष्मता तक मापना;
- अपरिष्कृत आंकड़ों से परिणाम निकालना।

किसी जगह समुद्र तट पर ऊंचे ज्वार-भाटे के समय इस प्रकार हैं :

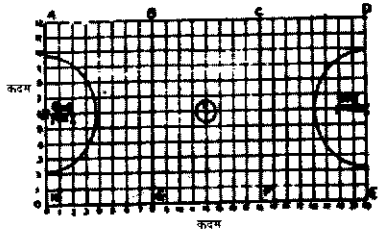
	सोम	मंगल	बुध	गुरु	शुक्र
सुबह	6.10	7.00	7.50	8.40	
दोपहर	18.35	19.25	20.15	21.05	

सोमवार को दो ज्वार-भाटों के बीच के समय में कितना अंतर होगा?
.....
बुधवार की सुबह और बृहस्पतिवार की दोपहर के ज्वार-भाटे के बीच के समय में क्या अंतर है?
.....
शुक्रवार को दोनों ज्वार-भाटे कब आएंगे उनके समय को सारिणी में भरें।



अगर प्रत्येक वर्ग 1 सेमी. x 1 सेमी. का है तो पत्ती का क्षेत्रफल कितना होगा?

यहां पर नेटबॉल के खेल की योजना दिखाई गई है। मैदान की लंबाई और चौड़ाई को कदमों में दिखाया गया है।



अगर आप बायें कोने H से शुरू करके B तक जाना चाहते हैं तो आपको 8 कदम→ और 12 कदम↑ चलना होगा।

दूसरे बिंदुओं तक पहुंचने के लिए कदमों की संख्या भरें :

(क) H से शुरू करके आपको मध्य बिंदु P तक पहुंचने के लिए कितने कदम चलने पड़ेंगे

☐ कदम→ और ☐ कदम↑

(ख) H से शुरू करके गोल-पोस्ट 2 तक जाने में आपको कितने कदम चलने पड़ेंगे

☐ कदम→ और ☐ कदम↑

(ग) H से शुरू करके बिंदु F तक पहुंचने में आपको कितने कदम चलने पड़ेंगे

☐ कदम→ और ☐ कदम↑

बात को प्रभावशाली ढंग से कहना

काम के प्रकार :

- अपने नतीजों को चार्ट, ग्राफ्स और सारिणियों में सजाना;
- चार्ट, ग्राफ्स और सारिणियों में दी गई जानकारी को पढ़ना;
- जानकारी को प्रस्तुत करने का सबसे अच्छा तरीका खोजना।

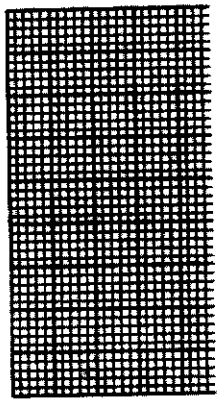
रिचर्ड अपने सेम के पौधे को, यह जानने के लिए कि वह कितनी तेजी से बढ़ रहा है हर सप्ताह नापता था।

जब उसने शुरू किया (सप्ताह 0) तो पौधा केवल 5 सेमी. ऊंचा था।

अगले चार हफ्तों की ऊंचाइयां इस प्रकार थीं :

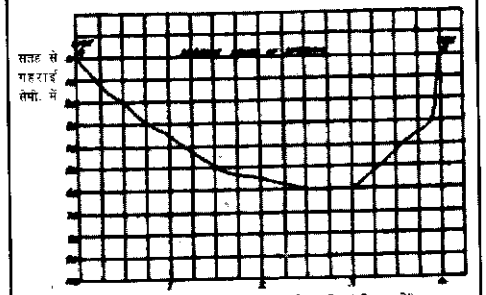
0 सप्ताह : 5 सेमी.
1 सप्ताह : 15 सेमी.
2 सप्ताह : 30 सेमी.
3 सप्ताह : 40 सेमी.
4 सप्ताह : 45 सेमी.

एक ग्राफ बनाकर दिखाएं कि ऊंचाई समय के साथ कैसे बदली?



कुछ बच्चों ने एक नहर को नापा। उन्होंने एक किनारे को क और दूसरे को ख नाम दिया। उन्होंने नहर की चौड़ाई मालूम की। नहर का पानी सतह से कितना गहरा है उन्होंने यह भी मालूम किया।

अपने नतीजों के आधार पर उन्होंने यह ग्राफ बनाया।



ग्राफ की सहायता से निम्न प्रश्नों का उत्तर दें :

(1) नहर कितनी चौड़ी है?
(2) नहर सबसे गहरी स्थान पर कितनी गहरी है?
(3) 35 सेमी. की गहराई तक पहुंचने के लिए आपको क किनारे से कितनी दूर जाना पड़ेगा?

तितलियों को पालने के लिए आपको उनके अंडे, उनका भोजन और उन्हें रखने के लिए एक पिंजड़ा चाहिए होगा। (भोजन ताजा होना चाहिए।)

नीचे अलग-अलग प्रकार की तितलियों के विषय में कुछ जानकारी दी गई है।

तितली	खाद्य पौधे	अंडे का रंग	अंडा सेने में कितने दिन	इल्ली का रंग	प्यूपा का रंग
छोटी टारटाइजशैल	नेटल	हरा, फिर काला	5	सफेद धब्बों के साथ काला	काला, भूरा या हरा
कॉमन ब्लू	बर्ड्स फुट ट्रीफॉइल	मोती जैसा सफेद	10-15	भूरी धारी के साथ हरा	हरा
स्वालो टेल	फेनल	पीला फिर भूरा	6	सफेद धब्बों के साथ काला	हरा फिर भूरा
पेंटेड लेडी	स्पीयर थिसिल	हलका हरा	7	स्लेटी-काला	स्लेटी या हरा
कैम्बरवैल ब्यूटी	विलो, सैलो	लाल, भूरा	7	लाल धब्बों के साथ काला	भूस

ऊपर की सारिणी के आधार पर निम्न प्रश्नों के उत्तर दें :

(क) कौन-सा पौधा स्वालो टेल तितली का भोजन है?

_____

(ख) किस तितली के अंडे को सेने में सबसे अधिक समय लगता है?

_____

(ग) एक तितली ने लाल-भूरे रंग के अंडे दिए। उसके प्यूपा का रंग बताएं?

_____

सभी को विज्ञान अध्ययन का सुअवसर : एक मूल्यांकन

परिचय

पढ़ाना एक ऐसा काम है जिसमें अपेक्षाएं कभी पूरी नहीं होती हैं; उन्हें बेहतर बनाने की हमेशा संभावनाएं रहती हैं। असफलता की भावना आए बिना, हम सभी को यह मानना चाहिए कि हम लोग श्रेष्ठ और आदर्श नहीं हैं। यह ध्यान में रखते हुए सभी शिक्षक इस बात का प्रयास कर सकते हैं कि किन तरीकों से वे बच्चों की सीख में सुधार कर सकेंगे।

अगर काम ठीक प्रकार से चल रहा हो तो लोगों को उसकी एक 'अनुभूति' होती है—क्या बच्चे आशानुसार प्रगति कर रहे हैं और सीख रहे हैं? परंतु बच्चों के लिए सीख के अवसर सुधारने के लिए शिक्षक को कुछ खास बातों पर ध्यान देना होगा और कक्षा के विशेष पक्षों और परस्पर संबंधों की नैदानिक जांच करनी होगी।

यह अध्याय शिक्षकों को खुद अपना मूल्यांकन करना सिखाता है और इसका उपयोग शिक्षक उस समय कर सकते हैं जब वे जब पूछ रहे हों 'मैं अपना काम कितनी अच्छी तरह से कर रहा हूं?' इसमें तीन जांच-सूचियां हैं : बच्चों की गतिविधियों से संबंधित, बच्चों के इन क्रियाओं से जुड़ने के तरीकों के बारे में और शिक्षकों और बच्चों के बीच परस्पर संबंध के बारे में।

शिक्षकों की दिलचस्पी इस बात को सुनिश्चित करने में होनी चाहिए कि जहां तक संभव हो *सभी* बच्चों को कक्षा की गतिविधियों से लाभ हो। अकसर चंद बच्चों को स्पष्ट रूप से फायदा होता है और यह बच्चों और शिक्षक के लिए संतोष की बात होती है। पर क्या विज्ञान संबंधी गतिविधियों से सभी बच्चे जितना सीख सकते थे उतना सीख रहे हैं? विशेषकर, क्या लड़कियां भी लड़कों के समान सक्रिय हैं और प्रश्न पूछ रही हैं? क्या कुछ ऐसे बच्चे भी हैं जो सांस्कृतिक और धार्मिक कारणों से कुछ गतिविधियों में भाग नहीं ले रहे हैं? उन बच्चों का क्या हाल है जिनकी मातृभाषा कक्षा की भाषा नहीं है? उन बच्चों की क्या सहायता हो पा रही है जिन्हें सीखने में काफी दिक्कतें आती हैं?

विज्ञान सीखने का अधिकार सभी बच्चों को है और उसका उद्देश्य भी (जो कभी पूर्णतः पूरा नहीं होगा) सीखने की चुनौती का अनुभव प्रदान करना है जिससे सभी को कुछ सफलता हासिल हो। शिक्षक अगर कुछ समस्याओं से अवगत होंगे तो उससे उन्हें काफी मदद मिलेगी। आमतौर पर लड़कियां विज्ञान

के विषय में अच्छा नहीं करती हैं, खासकर भौतिक विज्ञान में, क्योंकि इस विषय पर पुरुषों का प्रभुत्व है और इसमें लड़कों की रुचि वाली गतिविधियां करवाई जाती हैं। विज्ञान के कुछ विषयों पर विभिन्न धर्मों की अपनी व्याख्याएं होती हैं। अगर बहुसंख्यक समाज के 'प्रतिमानों' पर आधारित भोजन, कपड़े, स्वास्थ्य और ऊर्जा संबंधित पढ़ाई होगी तो अल्पसंख्यक समाज के बच्चे अपने आपको उपेक्षित और अलग महसूस करेंगे। जिन बच्चों की भाषा संबंधी दिक्कतें हैं उनके लिए ढेर सारी प्रायोगिक क्रियाएं आयोजित की जा सकती हैं जिससे वे सीधे शब्दों का मतलब समझ कर तेजी से एक समुचित शब्दावली विकसित कर सकें। जिन बच्चों को सीखने में समस्याएं हैं उनको अधिक व्यवस्थित गतिविधियां चाहिए होंगी जिन्हें वे अपनी रफ्तार से कर सकें। ऐसे बच्चों को उनके स्तर और रुचियों के अनुरूप विज्ञान की गतिविधियां दी जा सकती हैं जिससे उन्हें अपने आसपास की दुनिया को समझने में मदद मिल सके।

मूल्यांकन की प्रक्रिया

जानकारी एकत्र करने और उसके बारे में अपना कुछ निर्णय या मंतव्य देने की प्रक्रिया ही मूल्यांकन है। निर्णय लेते समय कुछ मानक या मापदंड होने चाहिए जिसके साथ जानकारी की तुलना की जा सके। उदाहरण के लिए, कोई कार सड़क पर चलने के लिए उपयुक्त है या नहीं, यह जानने के लिए उसकी हालत और काम के बारे में जानकारी की एक जांच-सूची होगी और एक मानक मापदंड होगा जिसके आधार पर उसे परखा जा सके। मूल्यांकन का काम उतना सरल और स्पष्ट नहीं है जितना इस उदाहरण से लगता है। हमें मूल्यांकित होने वाले किसी अभिनेता के अभिनय, या किसी पुस्तक या संगीत के धुन के मूल्यांकन के बारे में सोचना पड़ता है। इसके दौरान शब्द में निहित 'मूल्य' की महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है।
अतः मूल्यांकन का निरपेक्ष अर्थ सोचने से बचें। यह प्रयुक्त घटकों (कारकों) पर निर्भर करता है। उदाहरणार्थ, किसी पाठ को किसी नजरिये से सफल माना जा सकता है (यदि शिक्षक द्वारा दी गई सूचना की स्पष्टता को आधार मान लें) तो अन्य दृष्टिकोण से उसे असफल माना जा सकता है (यदि पाठ में बच्चों की सक्रिय अभिरुचि आधार हो)। हालांकि इसका अर्थ यह नहीं है कि मूल्यांकन असफल रहा। वस्तुतः हमें यह स्पष्ट होना चाहिए कि हमारे मूल्यांकन का आधार क्या है।

शिक्षण के बारे में जानकारी एकत्र करना और उसके मापदंड का मूल्यों और उद्देश्यों से तुलना करना सभी शिक्षकों का एक प्रमुख काम होना चाहिए। यह परिस्थित सुधारने के लिए जरूरी है और हमारा काम केवल फैसले देना नहीं परंतु वास्तविक सुधार करना भी है। इसलिए मापदंड उद्देश्य निर्धारित करेगा और मूल्यांकन के नतीजे के अनुसार भविष्य में पढ़ाई में कुछ सुधार होगा।

इस उद्देश्य को और मापदंड को सामने रखकर शिक्षकों को मूल्यांकन के लिए खुद एक जांच-सूची बनानी चाहिए जिसमें उन्हें अपनी समझ के अनुसार सभी 'आदर्श' लक्षण रखने चाहिए। अगर आप इसे एक समूह में मिलकर कर सकें तो बहुत अच्छा होगा परंतु इसे करने से पहले नीचे की सूची को अवश्य पढ़ें।

गतिविधियों का मूल्यांकन

आपने अपनी सूची बनाई हो या नहीं परंतु दूसरों द्वारा मूल्यांकन के लिए सुझाए गए मानदंडों को समझना उपयोगी होगा। नीचे की सूची, जो शिक्षकों के कार्य के दौरान बनाई गई है, इस संदर्भ में उपयोगी रहेगी,

परंतु शिक्षकों द्वारा बनाई हुई सूची इससे कहीं अधिक महत्त्वपूर्ण होगी। इससे गतिविधियों की समीक्षा, और भविष्य की योजना बनाने में सहायता मिलेगी।

मापदंड का प्रयोग

यहां पर मापदंड को प्रश्नों के रूप में प्रस्तुत किया गया है और प्रत्येक गतिविधि के बारे में प्रश्न पूछे गए हैं। इन्हें वास्तविक घटनाओं, हो रही गतिविधियों, या भविष्य में होने वाली क्रियाओं पर लागू किया जा सकता है।

क्या गतिविधि :

- बच्चों को अपनी वैज्ञानिक अवधारणाओं को लागू करने और विकसित करने का मौका देती है?
- बच्चों को वैज्ञानिक क्रिया-कौशल का उपयोग करने का अवसर प्रदान करती है?
- बच्चों में वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करती है?
- बच्चों की रुचि जगाती है और क्या दैनिक जीवन के अनुभवों से संबंध जोड़ती है?
- लड़कों और लड़कियों दोनों को, और विभिन्न धार्मिक और सांस्कृतिक पृष्ठभूमि के बच्चों को भी पसंद आती है?
- बच्चों को आसपास की चीजों के साथ सीखने का अवसर प्रदान करती है?
- बच्चों की जानी-पहचानी, सरल, सुरक्षित उपकरण और सामग्री का उपयोग करती है?
- आसानी से उपलब्ध संसाधनों और शिक्षकों की समझ में आने वाले तरीकों का उपयोग करती है?
- बच्चों को साथ मिलकर काम करने और विचारों का आदान-प्रदान करने के लिए प्रेरित करती है?

कार्यवाही करना

ऊपर के प्रश्नों में, अधिक से अधिक का उत्तर 'हां' में हो ऐसी अपेक्षा है। हरेक गतिविधि के साथ ऐसा नहीं होगा और कुछ के लिए ये प्रश्न शायद प्रासंगिक भी न हों। परंतु अगर किसी गतिविधि के बहुत से उत्तर 'न' में हों तो उस गतिविधि विशेष की समीक्षा करनी पड़ेगी। तब अध्याय 3 में, गतिविधियों को बदलने के लिए दिए गए सुझाव और अध्याय 5 और 6 में, अवधारणाओं, कुशलताओं और दृष्टिकोण के विकास के लिए सुझाई गई गतिविधियों पर वापस जाने की जरूरत पड़ेगी। पुस्तक के भाग 2 में विस्तार से सुझाई गई गतिविधियां इस कसौटी पर खरा उतरेंगी और सबसे अधिक उपयोगी सिद्ध होंगी। अन्य विषयों के लिए भी, इसी शैली में गतिविधियां रची जा सकती हैं।

गतिविधियों से बच्चों के लगाव का मूल्यांकन

यहां पर दिलचस्पी बच्चों और गतिविधियों के बीच परस्पर संबंध को समझने में है न कि बच्चे गतिविधियों से क्या सीख रहे हैं उसमें, जिसे अध्याय 10 और 11 में बताया गया है। इनके बीच अंतर करना आसान

नहीं है क्योंकि दोनों आपस में सघनता से जुड़े हैं। यहां हमारी रुचि यह जानने में है कि क्या बच्चों को वे अनुभव मिल रहे हैं और क्या वे ऐसी क्रियाएं कर रहे हैं जो उनकी मान्यताओं, क्षमताओं और दृष्टिकोण के विकास में सहायक होंगी। नीचे की सूची केवल उदाहरण के लिए है। शिक्षक खुद अपनी सूची बनाएं और फिर नीचे दी गई सूची से उसकी तुलना करें।

मापदंड का प्रयोग

इसमें उन गतिविधियों पर प्रश्न पूछे जाते हैं जो कुछ समय (एक या दो हफ्ते) से हो रही हों। क्या क्रिया के दौरान नीचे के प्रश्नों पर गौर किया गया? 'हां' में उत्तर तभी स्वीकारा जाए जब प्रमाण के लिए ठोस उदाहरण हों।

क्या बच्चों ने :

- सामग्रियों के साथ काम किया और अपनी क्रियाओं और शब्दों द्वारा दिखाया कि उन्होंने कुछ अवलोकन लिए हैं?
- एक-दूसरे के साथ छोटे समूहों में अपने अवलोकनों और जांच के बारे में बातचीत की?
- कुछ ऐसे प्रश्न पूछे जिससे खोजबीन और जांच आगे बढ़ी हो?
- कुछ ऐसे प्रश्न पूछे जिससे काम के बारे में, या शोध के बारे में उनकी रुचि प्रकट हुई हो?
- शिक्षक से खुलकर बातचीत की और उसे अपने काम और सोच के बारे में बताया?
- अपना काम प्रदर्शित किया और उसे दूसरों को समझाया?
- अपनी मान्यताओं के परीक्षण के तरीके सुझाए?
- उन शब्दों के बारे में चर्चा की जिन्हें वे या उनके शिक्षक उपयोग कर रहे थे?
- अपने से भिन्न दृष्टिकोण में दिलचस्पी दिखाई और तर्क एवं पक्के प्रमाणों के आधार पर उसका मूल्यांकन किया?
- उस परीक्षण में भाग लिया जिसकी योजना बनाने में वे शामिल थे?
- जांच के तरीके पर अपनी न्यायसंगत समालोचना दी?
- मौखिक और लिखित निर्देशों का बिना परेशानी के पालन किया?
- अपने आप कार्य संबंधी निर्णय लिए?
- उपकरणों का सुरक्षित और प्रभावशाली उपयोग किया?
- जांच के परिणाम निकालने के लिए किसी चीज को मापा?
- अपनी मान्यताओं और खोजों के आधार पर कुछ अनुमान लगाए?
- एक परिस्थिति में पाए गए अवलोकन को पूर्व अनुभव के साथ जोड़ा?
- यह दिखाया कि वे काम में खो गए और उनका काम उनके लिए महत्त्वपूर्ण था?
- तथ्यात्मक प्रश्नों का उत्तर देने के लिए जानकारी के स्रोतों का उपयोग किया?

कार्यवाही करना

अगर ऊपर के प्रश्नों के उत्तर 'हां' में हों तो अच्छा है परंतु ऐसी कई परिस्थितियां और बाधाएं होंगी जिनके कारण ऐसा उत्तर देना संभव न होगा। जगह और साधनों के अभाव के कारण बच्चों को मापने

या उपकरण इस्तेमाल करने का मौका न मिलने के उदाहरणों से कई शिक्षक परिचित होंगे। परंतु जहां बाधाएं हैं वहां पर भी, अध्याय 9 में सुझाए अनुसार माहौल या परिवेश खुद ज्ञानिक खोज का अवसर प्रदान कर सकता है। जो चतुर सुजान हैं वे ऐसे मौके कक्षा में ही ढूंढ़ लेंगे।

कई शिक्षक पाएंगे कि बच्चों को अवसर प्रदान करने में सबसे बड़ी अड़चन कक्षा में अधिक बच्चों का होना है। कक्षा में जितने अधिक बच्चे होंगे, क्रियाओं के दौरान उतना ही अधिक शोरगुल होगा। हमें यह स्वीकार करना पड़ेगा कि विज्ञान के विषय की कक्षा कभी शांत नहीं होगी। विज्ञान सीखने का मतलब बोर्ड से उतारना, शिक्षक द्वारा बताए गए नोट्स को लिखना और पाठ्य पुस्तक से पढ़ना नहीं है। उसमें खोजबीन, मान्यताओं का उपयोग, विचारों का आदान-प्रदान, दूसरों की सुनना और अपनी बात कहना और प्रयोग होता है। कुछ ऐसा भी समय होगा जब बच्चे चिंतन में मगन होंगे या फिर जो कुछ उन्होंने पाया उसके बारे में लिख रहे होंगे या चित्र बना रहे होंगे। परंतु कुछ समय के लिए कक्षा में क्रियाओं का जोर और चर्चाओं का शोर अवश्य होगा।

एक बड़ी कक्षा में प्रबंध की कुशलता लाभदायक होगी और विज्ञान से इन कौशलों का और विस्तार करना संभव है। परंतु शिक्षक का एक समय पर सब स्थानों पर होना आवश्यक नहीं है, अगर (क) बच्चों को पता हो कि वे क्या कर रहे हैं (इसका मतलब यह नहीं है कि वे खुद सोच नहीं रहे हैं; उनका काम विचारों और प्रश्नों को खोजना है, जांच की योजना बनाना और दूसरों को अपनी बात रिपोर्ट करना है); (ख) क्रिया का इस प्रकार ढांचा बना है कि हरेक सदस्य का काम तय हो; और (ग) सामग्री और उपकरण को लेने और वापस करने की जिम्मेदारियां बांटी गई हों।

अगर समूह में काम करने के तुरंत बाद नियमित रूप से पूरी कक्षा में, समूहों की रिपोर्टों पर चर्चा होगी (जैसा कि अध्याय 2 में सुझाया गया है) तो बच्चे अपने काम को गंभीरता से लेंगे और समूह के काम को पूरा करेंगे। अगर कक्षा बड़ी होगी तो उसमें चर्चा में काफी समय लगेगा। परंतु चर्चा से पहले समूह में काम करना जरूरी है जिससे चर्चा के लिए परिपक्व अनुभव मिल सके।

इस लक्ष्य को हासिल करने की दूसरी सबसे बड़ी अड़चन समय की होगी। जिस प्रकार का पाठ्यक्रम शिक्षकों को पूरा करना होता है उसमें वैसे ही प्रक्रिया आधारित, सक्रिय सीख के खिलाफ काफी प्रतिरोध होता है। सामान्य रूप में इन पाठ्यक्रमों में एक लंबी विषय सूची होती है जो बच्चों को पढ़ना-सीखना होता है। शिक्षकों को लगता है कि बच्चों को उस सूची का एक-एक हिस्सा आना चाहिए। परंतु यह एक अत्यंत कठिन काम है। पाठ्यक्रम इतना बोझिल होता है कि उसमें समझ के लिए स्थान ही नहीं होता है। इसलिए पाठ्यक्रम का उद्देश्य अपनी प्रकृति के कारण ही खो जाता है।

इन पाठ्यक्रमों की समीक्षा से सामान्यतः लगता है कि असली उद्देश्य से भटके बिना भी पाठ्यक्रम पूरा किया जा सकता है। परंतु इसके लिए कुछ नए तरीके अपनाने होंगे। पाठ्यक्रम का दुबारा नियोजन हो और उनमें केवल ऐसी कुछ बुनियादी अवधारणाएं हों जो आत्मसात करने के लिए आवश्यक हों और जो जीवन से संबंधित हों। इसके विपरीत वर्तमान पाठ्यक्रमों में, बहुत सारे अलग-अलग तथ्य दिए गए होते हैं जिनका बच्चों के जीवन और परिवेश से कुछ भी लेना-देना नहीं होता है। पाठ्यक्रम के पुनर्नियोजन से कोई नुकसान नहीं होगा, बल्कि फायदा ही होगा क्योंकि शिक्षक अब महत्त्वपूर्ण और सामान्य या प्रयुक्त हो सकने वाली अवधारणाओं पर अधिक समय लगा सकेंगे। हालांकि, यह ऐसा काम नहीं है जो कोई शिक्षक अकेला कर सके। परंतु शिक्षक राष्ट्रीय पाठ्यक्रम केंद्रों और व्यावसायिक संघों को कार्यवाही करने में मदद दे सकते हैं।

शिक्षकों एवं बच्चों के बीच परस्पर क्रिया-प्रतिक्रिया का मूल्यांकन

तीसरी सूची शिक्षकों की सोच और उनके व्यवहार पर लागू होती है। दूसरी सूची के लिए तय समय को ध्यान में रखते हुए, उतनी ही अवधि में सुझाई गई गतिविधियों को सामने रखते हुए शिक्षकों को पूछना चाहिए कि क्या वे :

- बच्चों को अलग-अलग सामग्रियों के साथ अनौपचारिक ढंग से खोजने/खेलने को अवसर दे पाए हैं?
- बच्चों को प्रश्न पूछने के लिए प्रोत्साहित कर पाए हैं?
- बच्चों से खुले प्रश्न पूछ पाए हैं जिससे कि बच्चे अपनी मान्यताओं को खुलकर बता सकें?
- प्रश्नों के उत्तर की जगह बच्चों को सुझाव दे पाए हैं जिससे सीधा उत्तर मिलने की बजाय बच्चे खुद कुछ खोजबीन कर जानकारी प्राप्त कर सकें?
- बच्चों को जानकारी के स्रोत बता सके हैं जिससे वे किसी विषय पर खुद जानकारी खोज सकें?
- समूह के कार्य के लिए कोई नियमबद्ध काम सुझा पाए हैं जिससे बच्चों को पता हो कि क्या करना है?
- बच्चों को किसी घटना के कारण को लिखने, चित्र बनाने और अन्य तरीकों से अपने विचारों को व्यक्त करने के लिए प्रेरित कर पाए हैं कि ऐसा कुछ क्यों हुआ और किस चीज ने खास तरीके से क्यों व्यवहार किया?
- बच्चों को अवसर दे पाएं हैं जिससे बच्चे अपनी जांच के नतीजों को दूसरों को बता सकें?
- इस बात से अवगत हैं कि कुछ बच्चे बिना किसी सहायता के अपना काम कर रहे हैं?
- खुद चुप रहे और उन्होंने बच्चों को बोलने का मौका दिया है?
- अध्ययन किए जा रहे पदार्थों, वस्तुओं और घटनाओं के बारे में बच्चों की मान्यताओं से अवगत हैं?
- बच्चों की मान्यताओं में आए बदलाव से अवगत हैं?
- बच्चों की मान्यताओं और क्षमताओं के आधार पर उनके लिखित काम की व्याख्या कर रहे हैं?
- बच्चों के अनुभव का लेखा-जोखा रख रहे हैं?
- बच्चों की मान्यताओं और उनके कौशलों का मूल्यांकन कर उनका रिकॉर्ड रख रहे हैं?
- बच्चों के अनुभव और प्रगति के रिकॉर्ड का उपयोग कर आगे की गतिविधियों की योजना बना रहे हैं?
- बच्चों से उनकी प्रगति और सीख के बारे में बातें कर रहे हैं?
- गतिविधियों में ऐसी चीजें तो शामिल नहीं कर रहे हैं जिससे किसी भी बच्चे को लिंग, जाति, धर्म, भाषा और शारीरिक विकलांगता के आधार पर नुकसान हो?

जो तीन सूचियां यहां पर दी गई हैं उनमें से शायद इस सूची के प्रश्न सबसे अधिक मूल्य आधारित हैं। इनमें सीख के लिए, शिक्षक की एक ऐसी भूमिका की ओर इशारा है जो उसके महज परंपरागत सूचना स्रोत होने की भूमिका से भिन्न है। सीखने के जिस तरीके का इस पुस्तक में संदेश है उसके साथ शिक्षक की यह भूमिका मेल खाती है। हमें अपने बच्चों को एक तेजी से बदलती दुनिया के लिए तैयार करना

है जहां वे न केवल अपने वर्तमान ज्ञान का उपयोग नई परिस्थितियों में कर सकें परंतु साथ-साथ अपने ज्ञान का विस्तार भी कर सकें।

इसलिए हमारे बच्चों को समझदारी के साथ सीखना है। इस सीख की परिभाषा है कि बच्चे उसे समुचित और कल्पनाशील ढंग से लागू कर सकें। बच्चे समझदारी के साथ तभी सीखते हैं जब वे वस्तुओं के बारे में खुद सोचते हैं और वे अपनी सीख के खुद मालिक होते हैं। शिक्षक इस प्रकार की सीख महज जानकारी या उत्तर देकर नहीं दे सकता है, परंतु शिक्षक की भूमिका तब भी एक सक्रिय केंद्रीय मार्गदर्शक की होगी। शिक्षक की भूमिका बच्चों की पूर्व-मान्यताओं और क्षमताओं को सामने लाने की है और इनसे ही शुरुआत करके सक्रिय सीख को बढ़ावा देना है। शिक्षक को बच्चों के क्रियाकौशलों के विकास में सहायता करनी है (इसका वर्णन अध्याय 5 में किया गया है) जिससे कि बच्चे अपने परिवेश की खोजबीन कर सकें और अपनी (और दूसरों की भी) मान्यताओं को परख सकें। इस प्रकार बच्चे बेहतर और अधिक उपयोगी मान्यताएं और क्षमताएं विकसित कर पाएंगे। इनका उल्लेख अध्याय 6 में किया गया है।

शिक्षक का एक काम बच्चों की प्रगति पर नजर रखना है, जहां बच्चों को मुश्किलें आ रही हों या फिर चुनौतियां कम हों। ऐसी स्थितियों के प्रति उन्हें कोई सक्रिय समाधान ढूंढ़ना है। किस प्रकार की सीख बच्चों को चाहिए, इसका शिक्षकों को पता होता है परंतु सीखने का काम तो बच्चों का है। जब बच्चों का अपनी सीख पर नियंत्रण होगा तभी सचमुच में वह उनकी अपनी सीख होगी और तभी वे अपने द्वारा विकसित मान्यताओं और क्षमताओं को अपनी रोजमर्रा की जिंदगी में लागू कर पाएंगे।

जिन तरीकों और मापदंडों को यहां सुझाया गया है उनके नियमित उपयोग से शिक्षक अपना मूल्यांकन करने की आदत डाल पाएंगे। इससे वे बच्चों की सीख में अपनी भूमिका को और स्पष्टता से देख पाएंगे। विज्ञान के शिक्षण में यह अत्यंत महत्त्वपूर्ण है कि शिक्षक वैज्ञानिक तरीके से सिखाने के तरीकों में हमेशा सुधार लाते रहें और उन्हें पहले से ज्यादा बेहतर बनाते रहें।

यह कसौटी हमें यह भी याद दिलाती रहेगी कि इस सिमटती दुनिया में विज्ञान का एक वैश्विक परिप्रेक्ष्य है और पूर्व में उसका विकास अलग-अलग संस्कृतियों के योगदान के कारण ही संभव हुआ है और शायद ऐसा ही भविष्य में भी होगा। पढ़ाई के दौरान, खासकर लिखित सामग्री देते वक्त हमें इन योगदानों को ध्यान में रखना चाहिए और इस प्रकार का संदेश नहीं देना चाहिए कि विज्ञान किसी एक संस्कृति विशेष की धरोहर है।

भाग दो

बच्चों को सक्रिय विज्ञान में व्यस्त रखना

जोस एल्स्टगीस्ट

अध्याय 13

कक्षा की गतिविधियां और शिक्षक प्रशिक्षण

परिचय

इस पुस्तक के अगले चार अध्यायों में कुछ गतिविधियों के सुझाव दिए गए हैं। भाग 1 में पढ़ाने और सीखने की कुछ पद्धतियों का उल्लेख किया गया है—ये गतिविधियां उन्हीं को करने के उदाहरण हैं। प्रत्येक अध्याय की गतिविधियां एक विशेष विषय के बारे में हैं :

- बच्चे और पानी;
- बच्चे और उनका पर्यावरण;
- बच्चे और प्रतिक्रियाएं; और
- बच्चे और तुला

यद्यपि प्राथमिक विज्ञान से संबंधित सभी विषयों का इनमें समावेश नहीं है (जैसा अध्याय 1 में सुझाया गया था) लेकिन तब कक्षा में काम करने की एक विस्तृत निर्देशिका उपलब्ध कराना भी यहां मूल उद्देश्य नहीं है। यहां वस्तुतः कुछ उदाहरणों के जरिए वे अभिकल्पित ठोस चीजें और क्रियाएं दर्शाना है जिन्हें करके बच्चे अपनी सीख को बढ़ा सकते हैं। गतिविधियों को इस प्रकार प्रस्तुत किया जाए जिससे वे प्रभावशाली हों और बच्चे उन्हें करने के लिए प्रोत्साहित हों। इन चार विषयों को चुनने का कारण है :

- इनमें मूल धारणाओं का समावेश होना;
- सभी जगहों के बच्चों की इनमें रुचि होगी और इनको दुनिया भर में किसी भी परिस्थिति में करना संभव होगा; और
- उनके लिए केवल सरल और आसानी से उपलब्ध सामान की जरूरत होगी।

इन चारों विषयों की गतिविधियों का बच्चों और शिक्षकों के साथ प्रशिक्षण के दौरान उपयोग किया गया है और ये दर्शाती हैं कि :

- सक्रिय जांच-परख से किस प्रकार विचार और सूचनाएं हासिल की जा सकती हैं, 'पानी, या ... तुला, या ... दर्पण आदि के बारे में पूछ कर' यह संभव होता है;
- इस सक्रिय खोजबीन में क्रिया-कौशलों का कैसे प्रयोग होता है; और

- परीक्षण के दौरान किस प्रकार के प्रश्न पैदा होते हैं जिनसे आगे जांच करना संभव होता है। इससे मान्यताओं और क्षमताओं का विकास होता है और कदम-दर-कदम नई सीख मिलती है।

अध्याय 14 से 17 की गतिविधियों का दोहरा उद्देश्य है। एक तो कक्षा में, और दूसरा शिक्षक प्रशिक्षण के संदर्भ में स्पष्ट होता है। इस संक्षिप्त अध्याय (परिचय) में हम शिक्षक प्रशिक्षण में इसके उपयोगों की जांच करेंगे। हम देखेंगे कि प्रायोगिक पढ़ाई के मुद्दों को कक्षा की गतिविधियों में कैसे बदला जाए। इसमें वर्क शीट्स का इस्तेमाल, खास क्रिया-कौशल के विकास के लिए अवसर, वैज्ञानिक क्रियाओं के दौरान संपादित कार्य आदि की चर्चा विशिष्ट उदाहरणों को लेकर की जाएगी।

हमारा सुझाव है कि शिक्षकों और प्रशिक्षुओं को बच्चों के लिए सुझाई गतिविधियों को खुद करना चाहिए। इसका कारण 'खुद करके देखने' से बृहत्तर है। अब हम इनमें चार प्रमुख कारणों को देखेंगे :

- वैज्ञानिक गतिविधियों की प्रकृति को समझने में सहायक;
- बच्चों की सीख में किस प्रकार सहायता दी जा सकती है इसकी समझ;
- विज्ञान के बारे में व्यक्तिगत और गहरी समझ विकसित करना;
- आलोचना, अनुकूलन और विस्तार की क्षमता का विकास तथा बच्चों के लिए आगे की गतिविधियां रचने की क्षमता का विकास करना।

अपने आसपास की चीजों से सीखने की इतनी अपार संभावनाएं हैं कि जिन गतिविधियों द्वारा बच्चे विज्ञान सीखते हैं उन्हीं के जरिए छात्र और शिक्षक भी अपनी धारणाओं को उच्च स्तर तक विकसित कर सकते हैं।

वैज्ञानिक गतिविधियों की प्रकृति को समझना

अध्याय 1 में हमने देखा कि बच्चों और वयस्कों के विज्ञान सीखने की प्रक्रिया लगभग एक जैसी ही होती है। प्रक्रिया के घटकों में, सीखने वाले की आयु के हिसाब से जरूर कुछ परिवर्तन होता है। वयस्कों का अनुभव बच्चों से कहीं अधिक संपन्न होता है, नए अनुभव को सीखने की उनकी मान्यताएं भी अधिक अमूर्त होती हैं और उनमें पीछे हटकर, सीखने की प्रक्रिया पर चिंतन करने की क्षमता होती है। समानता इस बात में है कि वर्तमान मान्यताओं और नए अनुभवों से मान्यताओं का विकास होता है और प्रयोग करके देखने से ही अनुभव मिलता है और समझदारी बढ़ती है।

शिक्षक अगर अपने बच्चों को विज्ञान के समृद्ध अनुभव उपलब्ध कराना चाहते हैं तो उनको वैज्ञानिक गतिविधियों की प्रकृति को समझना होगा। सिद्धांतों में इसका वर्णन करना कठिन होगा परंतु व्यवहार में इसे पहचानना आसान होगा। बहुत-सी प्राथमिक शालाओं के शिक्षक अपनी पढ़ाई के दौरान इस अनुभव से वंचित रहे होंगे और इस कमी को वे यहां दूर कर सकते हैं। वे विज्ञान को अपने स्तर से शुरू कर सकते हैं और इसके लिए छोटे बच्चों के लिए सुझाई गई कई सरल गतिविधियां बहुत उपयुक्त होंगी। तुला से की जाने वाली क्रियाएं (अध्याय 17) इसका एक अच्छा उदाहरण है। इसमें शुरू के कुछ पन्नों पर दिखाई गई गतिविधियां बच्चों को तराजू से खेलने के लिए आमंत्रित करती हैं। शिक्षक प्रशिक्षुओं के लिए यह अनिवार्य नहीं है, परंतु वे यदि यह सरल प्रयोग करेंगे तो इस प्रकार की खोजबीन से वे पलड़ों पर अलग-अलग बाट रख कर तुला को संतुलित करना सीखेंगे। छेद वाली तुला (पृष्ठ २५०) से सूक्ष्म अवलोकन लिए जा सकते हैं और इनसे संबंधों को समझा जा सकता है। जल्दी ही, छात्र और शिक्षक दोनों संबंध सुझा रहे होंगे। वे तुला को संतुलित करने के लिए कितना भार रखना है इसका अनुमान लगा

कर उसकी जांच कर रहे होंगे। वे औपचारिक संबंध खोज पाते हैं या नहीं यह महत्त्वपूर्ण नहीं है। महत्त्व की बात यह है कि वे अपने सामने पड़ी चीजों से कुछ करके सोचेंगे और सीखेंगे।

अलग-अलग संदर्भों में वैज्ञानिक गतिविधियों के अनुभव महत्त्वपूर्ण हैं (उदाहरण के लिए, अध्याय 2 और अध्याय 14 से 17 के विषय में)—खासकर उन लोगों के लिए जिन्हें पहले इस प्रकार से सीखने का मौका नहीं मिला हो। एक बार अनुभव कर चुकने के बाद, वे उनकी जांच कर सकते हैं और तब वे इन गतिविधियों की वैज्ञानिकता को समझ सकते हैं। वैज्ञानिक गतिविधियों का अनुभव ही पर्याप्त नहीं है; शिक्षकों को यह भी मालूम होना चाहिए कि उन्होंने उसका अनुभव किया है।

सीखने में बच्चों की मदद की प्रक्रिया समझना

अगर शिक्षक बच्चों की गतिविधियों का खुद अनुभव करेंगे तो वह इस चर्चा का आधार बन सकता है कि बच्चे समस्याओं से कैसे निबटेंगे और क्या खोजेंगे। इस प्रकार गतिविधियों के फायदे और नुकसान का मूल्यांकन किया जा सकेगा। यह तभी संभव होगा जब शिक्षक और प्रशिक्षु दोनों ने ही उन गतिविधियों को किया होगा, उनके कारण सोचे होंगे, प्रमाण खोजे होंगे और सबूतों के आधार पर निर्णय लिए होंगे।

मान्यताओं और क्षमताओं के अपने व्यक्तिगत अनुभवों के आधार पर शिक्षक प्रगति के अलग-अलग चरणों में बच्चों को सहायता दे सकेंगे और उन्हें प्रोत्साहित कर पाएंगे। सीखने के दौरान उन्हें खुद कैसा लगा इस पर चिंतन करके ही शिक्षक कागज पर लिखी गतिविधियों को बच्चों के लिए सीखने के जीवंत अवसरों में बदल पाएंगे।

विज्ञान की गहरी व्यक्तिगत समझ

अध्याय 14 में पानी आधारित सरल गतिविधियों से पता चलता है कि समझ अलग-अलग स्तरों पर विकसित हो सकती है। यह सीखने वाले वयस्क के लिए भी अच्छा है क्योंकि अब वह छोटे बच्चों के लिए उपयुक्त सरल व्याख्याओं से आगे शोध कर सकता है। इससे भी आगे, शिक्षकों को यह पता चलता है कि विज्ञान में 'क्यों' के उत्तर अत्यंत विस्तृत और जटिल हैं और इसलिए 'सही' उत्तर न दे पाने की चिंता को अब भूल जाना चाहिए। बच्चों के लिए वही 'सही' है जिसे वे पूर्व-अनुभवों और सामने रखे प्रमाणों के आधार पर समझ सकें। जैसे-जैसे बच्चों का अनुभव बढ़ता है और नए प्रमाण सामने आते हैं, वैसे-वैसे अधिक विकसित मान्यताओं की आवश्यकता पड़ती है और वे समझ में भी आती हैं।

पानी के साथ 'तैरने और डूबोने' सदृश सरल गतिविधि भी रोचक और चुनौतियों से भरी हो सकती है। साधारण चीजों को तैराने और डुबाने के साथ-साथ शिक्षक यह भी देख सकते हैं कि कुछ वस्तुओं को, जो सामान्यतः डूबती हैं, पानी की सतह पर सावधानी से रखकर तैराया जा सकता है। एक सूई या पेपर-क्लिप को पानी की सतह पर हलके से लिटा कर तैराया जा सकता है। सावधानी से देखने पर नजर आता है कि इन चीजों ने पानी की सतह पर एक गड्ढा बनाया है। दूसरी ओर, कार्क जैसी वस्तु जब पानी पर तैरती है तो वह संपर्क के स्थान पर, गड्ढा बनाने की जगह, पानी को कुछ अपनी ओर खींच लेती है। इन चीजों की तुलना करने के लिए सुझाव पृष्ठ 153 पर दिए गए हैं। पृष्ठ तनाव के आधार पर इन अवलोकनों की व्याख्या शायद बच्चों को संतुष्ट करे।

परंतु पानी इस तरह से व्यवहार क्यों करता है? इसके विस्तृत विवरण में जाने के लिए पदार्थ की

आण्विक संरचना, और परमाणुओं के बीच में लग रहे बलों को समझने की आवश्यकता पड़ेगी। शिक्षकों के लिए अपने ज्ञान का विस्तार करने का यह एक अच्छा अवसर है। वे सीख सकते हैं कि किस प्रकार पदार्थ के स्थूल गुणधर्मों की व्याख्या उसके छोटे अणुओं के आधार पर की जा सकती है। इसके आधार पर शायद वे कई और चीजों की व्याख्या कर पाएं। परंतु ये परमाणु इस प्रकार का व्यवहार 'क्यों' करते हैं यह समझने के लिए हमें आण्विक संरचना में जाना पड़ेगा। शायद शिक्षक इस प्रकार की व्याख्या को नहीं समझ पाएंगे। एक तरह से यह अच्छा भी है। वे अपने आपको बच्चों की हालत में पाएंगे। अकसर बच्चों को बिना समझे ही, अपने स्तर से ऊपर की चीजों को रटना पड़ता है। इसलिए व्याख्या और जानकारी की सीमाओं को पहचानना किसी भी शिक्षक के लिए जरूरी है!

यहां पर प्राथमिक शिक्षकों के लिए 'पृष्ठभूमि का आवश्यक ज्ञान' क्या हो इसे स्पष्ट कर देना अच्छा होगा। यह कहना गलत होगा कि उसमें केवल वैज्ञानिक ज्ञान शामिल हो। बच्चों के स्तर से कुछ आगे का ज्ञान आवश्यक और वांछित है, परंतु उसके आगे के ज्ञान का विस्तार प्रायोगिक गतिविधियों से ही संभव होगा जिनका उल्लेख आगे के अध्यायों में किया गया है। पर यह अपने में पर्याप्त नहीं होगा। शिक्षकों के लिए यह जानना जरूरी होगा कि बच्चे सामान्य तरीके से किस प्रकार सीखते हैं और विशेषकर विज्ञान किस प्रकार सीखते हैं। इस प्रकार की सीख किस प्रकार हासिल की जाए और हर गतिविधि से उसको कैसे बढ़ावा मिले। गतिविधियों को खुद करके उनका गहराई से ज्ञान प्राप्त करना; अपने तथा बच्चों के काम के जरिए गतिविधियों का मूल्यांकन करना शिक्षकों की प्रगति के लिए अनिवार्य है।

गतिविधियों को अपनाने, सुधारने और उनके विस्तार की क्षमता

अध्याय 14 से 17 के परिचय में स्पष्ट कहा गया है कि गतिविधियों को 'बना-बनाया' कार्यक्रम जैसा नहीं समझना चाहिए। शिक्षकों को अपना कार्यक्रम खुद बनाना होगा क्योंकि यह काम, दूर से कोई और नहीं कर सकता है। विज्ञान शिक्षण के सामान्य उद्देश्य तो एक-जैसे ही होते हैं, परंतु विस्तृत पाठ्यक्रम एक देश से दूसरे में, और एक ही देश के अलग-अलग क्षेत्रों में बदलते रहते हैं। यहां पर दिए सुझावों (या किसी अन्य स्रोत से प्राप्त) का उपयोग करने के लिए शिक्षकों को उन्हें कक्षा, स्कूल, स्थानीय और राष्ट्रीय परिस्थितियों के अनुकूल ढालने की जिम्मेदारी लेनी होगी। इन अध्यायों में दी गई गतिविधियां शिक्षकों की सहायता करने के लिए हैं, उनकी सृजनात्मक पहल खत्म करने के लिए नहीं।

सामग्री के इस प्रकार उपयोग की क्षमता विकसित करने के लिए यह जरूरी है कि शिक्षक और प्रशिक्षु पहले खुद ये गतिविधियां करें। फिर उनका प्रशिक्षक उन्हें सामग्री का समीक्षात्मक विवेचन करने में मदद करे। अध्याय 12 (पृष्ठ 129) पर सुझाए गए कुछ मापदंडों को लागू करके, काम की एक इकाई को पूरा समझा जा सकता है। परंतु अलग-अलग गतिविधियों के स्तर पर परिवर्तन करने होंगे। नए विचारों के आधार पर विस्तार करने के लिए पानी की बूंदों के प्रयोग में, उदाहरण के लिए, कुछ छात्रों को पहली बार इस बात का अहसास हुआ होगा कि बूंदों में से चीजें बड़ी दिखती हैं। फिर वे जांचेंगे कि एक विशेष बूंद कितना आवर्धन करती है, इस आवर्धन शक्ति को कैसे बढ़ाया जा सकता है और बूंद को स्थिर कैसे रखा जाए जिससे कि वह एक उपयोगी हैंड-लेंस का काम करे। फिर उन्होंने इन मान्यताओं को बच्चों के साथ इस्तेमाल करने की सोची होगी। इसके लिए उन्होंने समान जांच का तरीका अपनाया होगा और अंत में एक उपयोगी आतशी-शीशा (हैंड-लेंस) भी बनाया होगा।

गतिविधियों से सामग्री के बारे में भी समझ बढ़ती है। अगर सुझाया हुआ सामान न मिले तो अकसर

कुछ उसका विकल्प प्रयोग किया जाता है या बदला जा सकता है। शिक्षक प्रशिक्षण के दौरान अधिकांश चर्चा उपलब्ध सामान और उपकरणों के इस्तेमाल पर, उनके उपयुक्त और प्रभावी होने पर केंद्रित होनी चाहिए। अगर इसे अनुभव और प्रयोग के आधार पर किया जाता है तो इससे शिक्षकों की हिचक दूर होगी और वे प्रस्तावित सामग्री या उपकरणों के अभाव में भी अपने शिष्यों को प्रायोगिक विज्ञान प्रदान करने में अपनी सूझबूझ और युक्तियां लगाने से कभी नहीं चूकेंगे।

वर्क शीट्स का प्रयोग

अंत में वर्क शीट्स के उपयोग पर टिप्पणी करना जरूरी है क्योंकि अध्याय 14 से 17 तक की गतिविधियां इसी रूप में प्रस्तुत की गई हैं। कहीं-कहीं कुछ पृष्ठों को बच्चों के उपयोग के लिए नकल या फोटोकापी किया जा सकता है। परंतु उनका मूल उद्देश्य केवल उदाहरण देना है और उन्हें व्यवहार में बदला, सुधारा या बेहतर बनाया जा सकता है। शिक्षक कार्यशालाओं में इस प्रकार के सुधार करना सीख जाते हैं। इसलिए शिक्षक प्रशिक्षण के दौरान शिक्षकों को वर्क शीट्स पर 'काम' करने का अवसर अवश्य मिलना चाहिए। शुरू में इसमें बड़ा मजा आता है; परंतु इससे कई ऐसी संभावनाएं खुल जाती हैं जिन्हें पहले सोचा भी न था। वर्क शीट्स की विषय-वस्तु ऐसी होती है कि वयस्कों के लिए उनमें कोई चुनौती नहीं होती है। शिक्षकों के लिए वर्क शीट्स की चुनौती उन्हें 'करने' में नहीं है परंतु इस बात का विश्लेषण करने में है कि अच्छी वर्क-शीट कैसे बनती है और फिर उन्हें बनाने में है। छात्र और शिक्षक दोनों एक-दूसरे के लिए वर्क शीट्स बना सकते हैं। जब वे उन्हें करते हैं तो अपने आप ही उनका मूल्यांकन भी होता है।

चर्चा के दौरान वर्क शीट्स की अच्छाइयां और बुराइयां स्पष्ट होनी चाहिए और अच्छी वर्क शीट्स का मापदंड तय होना चाहिए। इसके तहत निम्न मुद्दों को लिया जा सकता है :

अच्छाइयां : वर्क शीट्स आसानी से बन जाती हैं और बच्चे स्वतंत्र रूप से उन पर काम कर सकते हैं जिससे शिक्षक मुक्त होकर अन्य चीजों पर ध्यान दे सकता है।

बुराइयां : अगर बच्चे वर्क शीट्स पर काम के लिए निर्भर हैं तो वे स्वतंत्र कहां हैं? क्या वर्क शीट्स में बच्चों की खुद की सोच के लिए कोई जगह है?

समस्याएं : अगर वर्क-शीट खत्म करने के बाद बच्चों को आगे क्या करना है यह समझ ही न आए तो क्या यह फिक्र की बात नहीं है? क्या वर्क-शीट का अंत आगे के काम के सुझाव, नए प्रश्न, या संदर्भ पुस्तकों से जानकारी हासिल करने से नहीं होना चाहिए? हम 'अनंत' वर्क शीट्स कैसे बना सकते हैं जिससे कि बच्चों की जांच और खोज जारी रहे?

शब्दांकन : क्या वर्क-शीट् में उपयोग किए गए शब्द समझने में मुश्किलें पैदा कर रहे हैं? क्या यह स्पष्ट है कि कहां निर्देश का शब्दशः पालन करना है और कहां वह केवल सुझाव के लिए है जिससे कि बच्चे अपनी पहल कर सकें?

विषय-वस्तु : क्या सुझाई गई समस्याएं सच में वास्तविक हैं? क्या बच्चों को उनमें मजा आएगा? क्या उनमें ऐसे सवाल हैं जिनका विस्तार करना संभव नहीं होगा, जैसे 'क्या दर्पण में अक्षर बदल जाते हैं?' या 'क्या आप दर्पण के पीछे की चीजों को देख सकते हैं?' ऐसे प्रश्न सोचने के लिए बाध्य नहीं करते और इनसे वर्क-शीट अटकल लगाने का एक खेल बन जाती है।

नकारात्मक पहलुओं पर चर्चा के बाद शिक्षकों को वर्क शीट्स के सकारात्मक पक्षों को भी देखना चाहिए। एक अच्छी वर्क-शीट बनाना कोई असंभव काम नहीं है। उसमें खुले प्रश्न होते हैं जिनमें से कई

तो शब्दों में नहीं लिखे होते हैं। उनमें कौन-सा उपकरण इस्तेमाल करना होगा और क्या जरूरी होगा और क्या ऐच्छिक है, वह दिया गया होता है। उसमें उपयोगी जानकारी दी गई होती है परंतु वह गतिविधि का विरोध नहीं करती है। उनसे शायद बच्चे अपनी जांच के विस्तार की बात सोचें या फिर किसी अन्य परीक्षण में लग जाएं। वर्क शीट्स जिन बच्चों के लिए बनाई गई होती है वह उस आयु के लिए उपयुक्त होती है और बच्चों को यह पूछने के लिए आमंत्रित करती है, 'पूछो यह...' जिससे कि उनके प्रश्न का उत्तर मिल सके।

अध्याय 14

बच्चे और पानी

परिचय

पानी एक आम पर बेहद मजेदार चीज है। पानी लगभग सभी जगह मिलता है और उससे विज्ञान के प्रयोग करने की असंख्य संभावनाएं हैं। जिन बच्चों और बड़े लोगों में प्रश्न पूछने की आदत है उनके लिए पानी जैसी साधारण चीज भी तमाम अचरजों से भरी हो सकती है। पानी के साथ खेलना ही शायद बच्चों की सबसे पहली खोज होती है। सामान्य ताप पर पानी के साथ काम करने में सभी को मजा आता है। पानी के कुछ गुणधर्म आसानी से पता चल जाते हैं और शुरू के इन प्रत्यक्ष अनुभवों पर ही, बाद की अधिक विस्तृत और परिष्कृत धारणाएं आधारित होती हैं। 'पानी से चीजें भीग जाती हैं' यह शायद सभी का पहला अनुभव होगा। पानी के किसी भी चीज के साथ चिपकने की असीम क्षमता उसके आण्विक ढांचे पर निर्भर होती है और इसको समझने के लिए अन्य अनुभवों और गहरे चिंतन की जरूरत पड़ेगी।

प्राथमिक स्कूल के स्तर पर, पानी के लगभग सभी प्रयोगों को बहुत ही साधारण और आसानी से उपलब्ध चीजों से किया जा सकता है। पानी के अध्ययन के लिए तमाम वस्तुओं और उपकरणों का जुगाड़ करना अपने आप में एक चुनौती है। उदाहरण के लिए, एक शिक्षक प्रशिक्षु ने बांस को फाड़कर और केले के पत्ते की शिराओं से पानी की एक पाइप-लाइन बनाई। समस्या थी 'ऊपर स्थित कुएं से हम आसानी से क्यारियों तक पानी कैसे ले जाएं?' यहां सुझाई गई सरल सामग्री से कुछ गुणात्मक प्रयोग करने के साथ-साथ कुछ मात्रात्मक काम भी करना संभव होगा। बस आपको सामान इकट्ठा करने में थोड़ी मेहनत जरूर करनी होगी। आपको भिन्न-भिन्न आकार, परंतु समान क्षेत्रफल की नावें बनाने के लिए कुछ प्रयोगों में सावधानी भी बरतनी पड़ेगी (पृष्ठ 158), पृष्ठ तनाव के परीक्षण के लिए मोमिया गत्ते से अलग-अलग आकृतियां काटने (पृष्ठ 174) सदृश।

पानी के विज्ञान को समझने के लिए यहां गतिविधियों को अनुभव के एक विशेष क्रम में सजाया गया है। इसके लिए 'पृष्ठ तनाव' का ही उदाहरण लें। सबसे पहले इसका परिचय पृष्ठ 153 और 154 पर कराया गया है। प्रयोग में दिखाया गया है कि पृष्ठ तनाव के कारण ही पेपर-क्लिप पानी की सतह पर तैर पाता है। यहां पर अधिक व्याख्या की जरूरत नहीं है। यहां आप 'पृष्ठ तनाव' के शब्द से बच्चों का परिचय करा सकते हैं परंतु इसके अर्थ को अभी बच्चे स्पष्ट रूप से नहीं समझ पाएंगे। परंतु जैसे-जैसे

बच्चे अन्य प्रयोग करेंगे और उनके बारे में चर्चा करेंगे वैसे-वैसे उनके विचार और स्पष्ट होते जाएंगे, जैसे 'बूंदों के ढेर लगाना' (पृष्ठ 160), या जब वे 'कितना भरा, भरा होगा' की कल्पना को समझेंगे (पृष्ठ 161) और तराजू से 'ताकत' को नापेंगे (पृष्ठ 173 और 174)। पूर्व और वर्तमान अनुभवों से मान्यताएं पक्की होती हैं और नई मान्यताओं को परखने का मौका मिलता है। मिसाल के लिए, पानी के चिपकने की वजह से वह केशिका (कैपिलरी) में 'ऊपर चढ़ता' है (पृष्ठ 169-72)। पृष्ठ तनाव संबंधी अनेक अनुभवों और चर्चाओं से बच्चों के विचार परिपक्व होंगे और वे अपने अवलोकनों के बीच संबंध स्थापित कर पाएंगे और उससे वे एक संतोषप्रद व्याख्या ढूंढ़ पाएंगे।

पृष्ठ तनाव के प्रयोग किसी तार्किक क्रम में नहीं हैं, फिर भी, पानी के साथ हरेक नया प्रयोग बच्चों का अनुभव और समझ बढ़ाएगा। पानी के परमाणुओं की विद्युत-चुंबकीय बलों के आधार पर की गई व्याख्या फिर भी बच्चों (और शिक्षकों) की समझ से बाहर होगी। परंतु धीरे-धीरे वे अपने अनुमानों, अवलोकनों और नतीजों के बीच संबंध खोजेंगे। 'अगर हम यह करेंगे तो इसका क्या नतीजा निकलेगा?' जैसे प्रश्नों के उत्तर पाने से उन्हें एक ओर तात्कालिक खुशी मिलेगी तो दूसरी ओर वे अवधारणा को और गहराई के साथ खोजने के लिए प्रेरित होंगे। इन प्रयोगों और गतिविधियों से बच्चों का एक पुख्ता मानसिक धरातल बनेगा और वे आने वाली कठिन चुनौतियों का अच्छी तरह सामना कर पाएंगे।

पानी के इस अध्याय से बच्चे वैज्ञानिक तरीके के एक और अहम पहलू को समझेंगे और वह है– अलग-अलग घटकों को पहचानना, उनका उपयोग करना और उन्हें नियंत्रित करना। इस क्षमता को 'पढ़ा' पाना एक मुश्किल काम है। इसे बच्चे जांच करके और अपने काम की समीक्षा करके ही सीख सकते हैं।

बदल-बदल कर चीजों को प्रयोग करने का पहला अनुभव बच्चों को पृष्ठ 153 पर होगा। यहां भिन्न पदार्थों की आकृतियों को अलग-अलग तरीकों से पानी में तैराया जाता है : कुछ को गहरे पानी में तो कुछ को सतह पर; कुछ लुढ़क जाते हैं तो कुछ सीधे रहते हैं। बच्चों को इन अलग-अलग चीजों को ध्यान से देखना और उनका वर्णन करना होता है। अभी तक बच्चों ने केवल अवलोकन किए होते हैं परंतु इन अवलोकनों में प्रयोग में लाई गई चीजों के गुणधर्म और तैरते समय उनके अलग-अलग व्यवहार भी शामिल होते हैं। अगले प्रयोग में बच्चे समान क्षेत्रफल पर, अलग-अलग आकार की नावों पर भार लादते हैं और नावों के भार संभाल पाने की क्षमताओं की तुलना करते हैं (पृष्ठ 158)।

आकार और नाप को अलग-अलग बदलने की बात अभी इस गतिविधि में नहीं शामिल की गई है। केवल आकार को बदलना है और क्षेत्रफल समान रखना है, इस सुझाव पर सबकी सहमति होती है।

पृष्ठ 160 पर बच्चे अगले चरण में विभिन्न द्रवों की बूंदों को अलग-अलग पदार्थों की सतहों पर 'लादते' हैं। इसमें 'बूंदें लादते' समय 'क्या होता है?' इसका अवलोकन करना होता है, परंतु जब परिणाम सामने आते हैं तो ये घटक महत्त्वपूर्ण हो जाते हैं। इन प्रयोगों में बच्चे तरल पदार्थ, सतह और बूंदों की संख्या को बदल सकते हैं। इनके नतीजों को विभिन्न सतहों पर बने अलग-अलग आकार और नाप की बूंदों के रूप में देखा जा सकता है। बच्चे बूंदों के व्यास का अंतर या ऊंचाई, और बूंदों के वक्र को नाप सकते हैं। प्राथमिक स्कूल के बच्चों के साथ हम केवल इतना ही कर सकते हैं–अच्छी प्रकार अवलोकन और सूक्ष्म नाप-तोल। सूक्ष्म नाप-तोल के अंतर्गत बच्चों को द्रव, सतह और बूंदों की संख्या जैसे घटकों को नोट करना होगा। इस प्रकार वे प्रमाणों के आधार पर कुछ तथ्य स्थापित कर सकते हैं। यहां पर बच्चे अलग-अलग द्रवों और सतहों के गुणधर्म और उनके बीच के कुछ संबंध ही जान सकते हैं। पर इस चरण के लिए केवल इतना ही काफी है।

केशिकत्व (कैपिलैरिटी) के प्रयोगों में पानी का 'प्राकृतिक बहाव' ऐसा लगता है मानो उलटा हो गया हो। इसलिए यहां पर घटकों का 'नियंत्रण' एकदम स्पष्ट हो जाता है। इस अवसर पर इसके ऊपर विशेष ध्यान देने की जरूरत है–घटक क्या होते हैं और उनका इस स्थिति में कैसे उपयोग करना है, उन्हें किस प्रकार पहचानना है और नियंत्रित करना है जिससे कि सही परिणाम मिलें। पृष्ठ 171 पर यह चर्चा शुरू होती है। चर्चा के अलावा, बच्चों को प्रयोग करते समय घटकों की पहचान करने की याद दिलाना भी उपयोगी होगा।

बच्चे
और

पानी
का विज्ञान

जीस एल्स्टगीस्ट

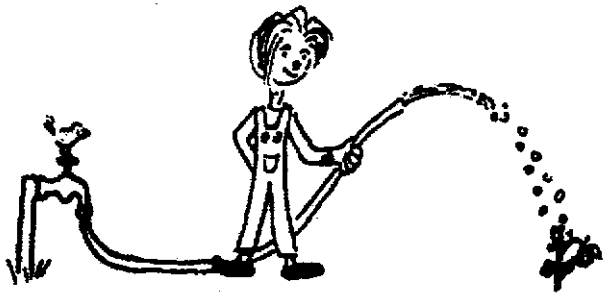
बच्चे और पानी

क्या आपने कभी किसी नदी या नहर में छड़ी को सीधा डाला है?
वह अपने आप कैसे बाहर आ गई?

क्या आपने कभी पानी में फेंके हुए पत्थर से लहरों के घेरों को बनते और फैलते हुए देखा है?

जब बाहर आती हुई लहरें और अंदर जाती हुई लहरें आपस में मिलती हैं तो क्या होता है?

क्या आपने कभी तेजी से निकलती पानी की धार से खेला है?



क्या आप कभी पानी से भरे गड्ढे में गिरे हैं?
क्या आपने कभी पानी से भरे डबरे में छपाक से पैर मारा है?
(और तब क्या आपकी मां पास में थी?)
क्या आपने कभी गीली मिट्टी से लड्डू-पेड़े बनाए हैं?
क्या आपने कभी किसी कांच के बर्तन में पानी को उबलते हुए देखा है?
क्या आप कभी तेज बारिश में चले हैं?
क्या आपने कभी नाली के बहते पानी में लकड़ी के टुकड़ों की रेस लगाई है?

क्या आपने कभी सोचा है कि:
- हम पानी पर कितने निर्भर हैं?
- हमारे आसपास कितना पानी है?
- हम रोजाना कितना पानी खर्च करते हैं?

या फिर हमारे शरीर का कितना हिस्सा पानी है?
तब आप समझ पाएंगे कि यह क्यों लिखा गया है।

आपको क्या चाहिए?

आप क्या इस्तेमाल कर सकते हैं?

पानी पानी पानी

सबसे पहले...

फिर...

और अंत में भी...

टैप और उसके साथ-साथ अन्य द्रव : स्प्रीट, तेल, स्याही।

और पानी में डालने के लिए चीजें : नमक, साबुन, चीनी, डिटरजेंट रंग आदि।

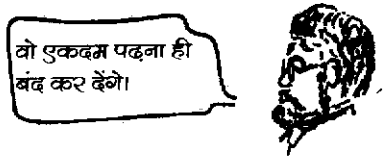
पानी रखने और डालने के लिए वस्तुएं :

डिब्बे, जार, ढक्कन, जग, ड्रापर, बाल्टी, परात, हौज, पाइप, नली, टोंटी, नाद, कार्क, पिन, सूई, तार, धागा, फिल्टर कागज, सोख्ता कागज, छन्नी कागज, अखबार, टिशु-कागज, पुराने ब्लेड, प्लास्टिक की थैलियां, अल्युमीनियम की पन्नी, प्लास्टीसीन, पट्टी, चम्मच, राज-मिस्त्री की करनी, लकड़ी के टुकड़े, मोमिया कागज, स्पंज, पोछे का कपड़ा

और जमीन पर बिछाने जैसी वस्तुएँ एक पुराना तौलिया

क्या आपको पता है कि प्लास्टिक की पुरानी बोतलों और धारा और फ्रूटी के पुराने डिब्बों से आप कई उपयोगी उपकरण बना सकते हैं? उन्हें कैंची से काटकर आप लंबे और चौड़े डिब्बे बना सकते हैं। उन्हीं से आप आयतन नापने का नपनाघट, नाव, कीप, पानी छिड़कने का झरना, वर्षा मापी और न जाने क्या-क्या मजेदार चीजें बना सकते हैं। जरा अपनी कल्पना को उड़ान भरने दें और फिर आप अनेकों नई चीजें बना पाएंगे!

नवजात और छोटे बच्चे



उन्हें पानी के बारे में 'पढ़ाई' से कोई लाभ नहीं होगा।
उन्हें जो चीज चाहिए वो है पानी

थोड़ी सी देखरेख और निम्नलिखित सामग्रियां :

कीप
नली
सोडा-स्ट्रा
जार
जग
बर्तन
तसले
बोतलें
टीन के छेद वाले डिब्बे
एक छेद के साथ
बिना छेद के
प्लास्टिक की बोतलें
पिचकारी
कवाड़ियों की शीशियां
थाली
कप
नख या टोंटी

करने के लिए गतिविधियां

डालने के लिए भरना
खाली करना
छिड़काव करना
बहने देना
गिराना
गिनना
गिराना
बूंद-बूंद गिराना
ढोना
हिलाना
रोके रखना
बंद करना
दबाना
धार छोड़ना
सायफन बनाना
इधर-उधर बिखेरना
खेलना
कोशिश करना
देखना

और अन्य बहुत-सी चीजें...छोटी-बड़ी चीजें...

पानी बिखेरना और पोंछना !

पर वह सुअर-बाड़े की तरह कीचड़दार न बन जाए! यह सच है कि पानी से खेलने में बड़ा आनंद आता है और बच्चों को पानी फैलाने में बड़ा मजा आता है। परंतु नन्हे-मुन्ने बच्चे भी कक्षा और गुसलखाने के अंतर को समझते हैं !

वे ये काम करें

क्या तुम पानी को बिना फैलाए बोतल को भर सकते हो?

दस कटोरियां पानी से भरी हैं। उन्हें एक सिरके की प्लास्टिक बोतल में भरो।

मैं एक पानी से भरी बोतल को अपनी पैंट की जेब में खाली कर सकता हूं!

अनुभव करें

क्या आपने कभी इसे पकड़कर पानी से भरने की कोशिश की है?

मैं डूबने वाली और तैरने वाली चीजों को अलग-अलग छांट रही हूं!

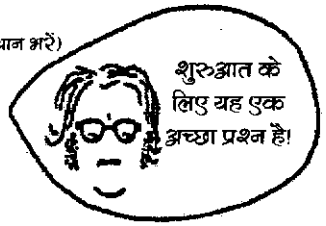
मैडम, जब-जब मैं पानी को हिलाता हूं, तो उसमें पड़ी सभी चीजें गोल-गोल चक्कर काटती हैं।

लोग अपने आप ही सायफन कैसे बना लेते हैं- यह देखकर मुझे आश्चर्य होता है!

और सोचें !

तैरना और डूबना

जब बच्चे पानी और वस्तुओं के साथ
काम करते हैं तो
एक प्रश्न हमेशा उठता है :
अगर तुम पानी में.....(जो चाहें उससे रिक्त स्थान भरें)
फेंकोगे
तो क्या होगा?



शुरुआत के लिए यह एक अच्छा प्रश्न है!

या, क्या वह तैरेगी?
या डूब जाएगी ?

परंतु इस प्रश्न को
यहीं पर नहीं छोड़ें।

साफ चित्र बनाएं

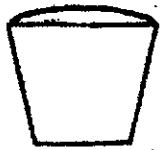
प्रश्न के आगे जाएं और ध्यान से देखें
एक लकड़ी का टुकड़ा किस प्रकार तैरता है?
या एक तख्ता?

एक खाली डिब्बा?
एक डिब्बा (आधा भरा हुआ)?
एक कार्क?
एक मर्तबान?
एक थरमोकोल का टुकड़ा?
एक स्पंज का टुकड़ा?
एक टेबल-टेनिस की गेंद

उनका कितना हिस्सा — पानी के ऊपर है / कितना पानी में डूबा है
क्या वस्तु पानी में सीधी तैर रही है ? या तिरछी है? कितनी?

कार्क (या पिन) पानी में कहां पर तैरेगी अगर

(क) गिलास पूरा भरा हो?



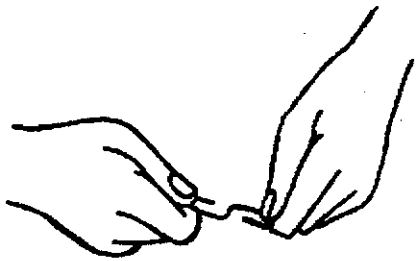
(ख) अगर गिलास आधा भरा हो?

क्या आप

एक आलपिन
या एक पेपर-क्लिप
या रेजर ब्लेड को तैरा सकते हैं?

एक सरल उपकरण, कुछ धैर्य
और अभ्यास से यह काम
कोई भी कर सकता है।

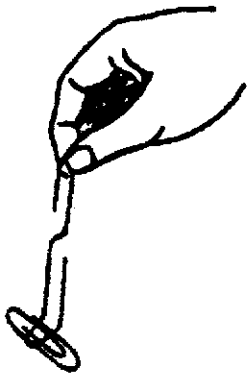
पहले एक पेपर-क्लिप खोलें



क्लिप को
चिमटी से
मोड़कर एक
छोटा पैर बनाएं

और

फिर सावधानी से
उसे पानी
पर तैरा दें।

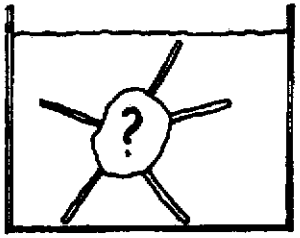


एक बार यह पानी पर तैरने लगे तो
उसे बहुत ध्यान से देखें
कि वह कैसे तैरती है।
और कहां तैरती है।

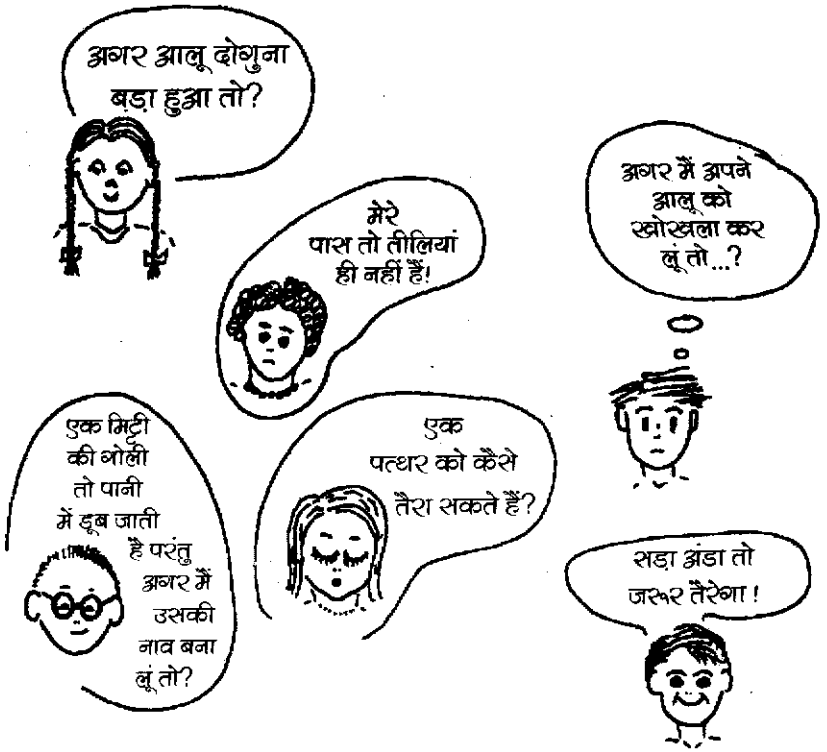
दो कपों के बारे में सोचें, एक पूरा भरा है और दूसरा आधा।

किसी कार्क या तैरते लकड़ी के टुकड़े की तुलना एक तैरते पेपर-क्लिप से करें,
उस स्थान को गौर से देखें जहां तैरती हुई वस्तु पानी को छूती है।

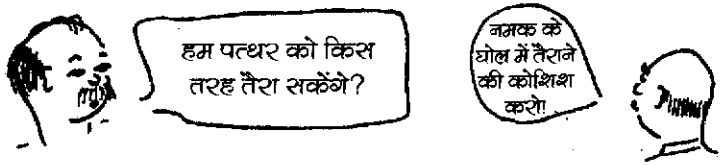
क्या आप एक डूबती वस्तु को तैरा सकते हैं?



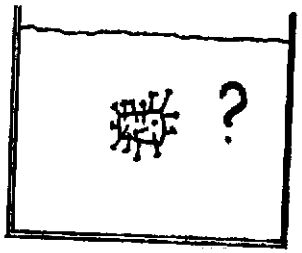
यह एक आलू है, जिसमें माचिस की तीलियों को घुसाया गया है....
आलू को तैराने के लिए कितनी
माचिस की तीलियां या दांत कुरेदने वाली सींकों की
आवश्यकता होगी। (आप कुछ अन्य हलकी वस्तुओं
के बारे में भी सोच सकते हैं)



बच्चे जो भी सुझाएं उसे अवश्य करके देखना चाहिए... हालांकि...



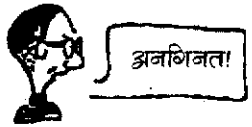
क्या आप
एक तैरती वस्तु को डुबो सकते हैं?



यह एक छोटी कार्क है जिसमें पिनें धंसी हैं। छोटी कीलें या ड्राइंग-पिनें भी इस्तेमाल की जा सकती हैं।

कार्क को डुबोने के लिए कितनी पिनें (या कीलें) आवश्यक हैं?

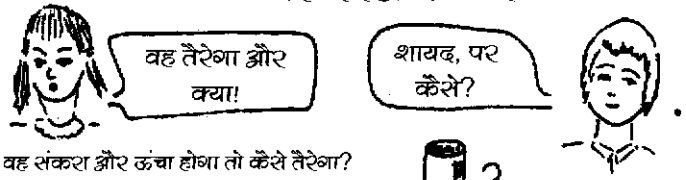
कितनी पिनें लगाने पर कार्क डूबना शुरू करता है... और क्या वह तल तक डूबता है?



मुलायम लकड़ी या थरमोकोल में पिनों को घुसाना आसान होता है। इसको नापना भी आसान होता है। एक लकड़ी का टुकड़ा 15 पिनें घुसाने से डूब जाता है। इससे आकार में दुगने नाप के टुकड़े को डुबोने में कितनी पिनें लगेंगी?

भोजन, फल, मछली और सूप के डिब्बे

इन चीजों को फेंकने से पहले इन पर कुछ वैज्ञानिक प्रयोग अवश्य करें। उदाहरण के लिए, अगर आप एक खाली डिब्बे को पानी की सतह पर रखेंगे तो क्या होगा?



- अगर वह संकरा और ऊंचा होगा तो कैसे तैरेगा?
- अगर वह चौड़ा और छोटा होगा तो कैसे तैरेगा?
- क्या आप सभी को सीधा तैरा सकते हैं? कैसे?

कितना पानी,
रेत,
कितने मटर के दाने,
कंचे,
पेपर-क्लिप्स,
कंकड़,
कार्क,
रबड़

आपको ये तैरते हुए डिब्बे में डालने पड़ेंगे इससे पहले कि वह डूबने लगे?

क्या यह मात्रा हरेक डिब्बे के लिए समान होगी?

ऐसा क्यों?

एक और लेकर डिब्बे में एक, दो और अधिक छेद बनाएं। फिर उसे पानी में तैराएं।

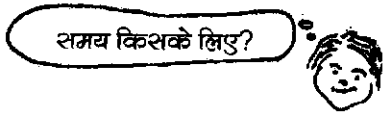
क्या वह अब भी पानी में तैरता है? कितनी देर के लिए? क्या होता है? आपको डिब्बे में क्या दिखाई देता है?

एक
दो,
चार
और
आठ छेदों के लिए समय नापें।

अगर आप एक छेद वाले डिब्बे में कंचे, कंकड़ डालेंगे तो क्या होगा

दो,
चार
और
आठ छेद वाले डिब्बों का?

1) समय नापें
2) सारणी या ग्राफ बनाएं
(क) छेदों की संख्या बनाम समय
(ख) कंचों की संख्या बनाम समय



टीन के डिब्बे

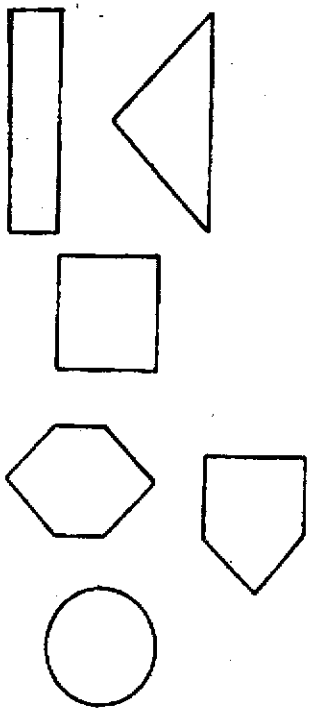
बोतलों के ढक्कन
पालिश की खाली डिब्बी और ढक्कन
जैम की बोतल के ढक्कन

ये फेंकने वाली सभी चीजें बड़े काम की हैं। ये सब अनेक प्रकार के प्रयोगों के लिए प्राथमिक वैज्ञानिक उपकरण हैं।

इनको आप माल ढोने वाली नाव की तरह प्रयोग कर सकते हैं।

नाव में आप कितने अधिक कंचे,
कंकड़,
रेत,
मिट्टी
भर सकते हैं जिससे कि वह झुके नहीं,
पलटे नहीं,
डूबे नहीं?

तुम नाव में और क्या भर सकते हो?
नाव में सामान किस प्रकार रखोगे कि संतुलन बना रहे ?

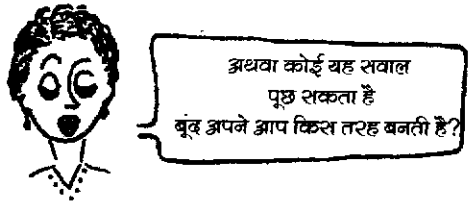


लकड़ी की नावें बनाना अच्छा रहेगा। उनका आकार अलग हो परंतु क्षेत्रफल एक समान हो।

* क्या नाव के आकार से उसकी माल ढोने की क्षमता पर कुछ असर पड़ेगा?
* क्या समान क्षेत्रफल के वर्गाकार और तिकोनी नाव पर एक समान कंचे आएंगे?
* और सूखी रेत?
* और जब ये भरी हुई नावें चलेंगी तब?
* तुम अपनी नावों को बिना छुए कितनी तरह से चला सकते हो?

बूंदें

आप बूंदें किस प्रकार बना सकते हैं?



सचमुच बूंदें देखने में कैसी हैं?
बूंद का आकार क्या होता है?

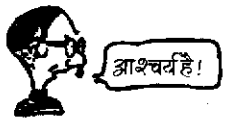
बहुत पास से ध्यान से देखें :

- एक लटकती हुई बूंद
- एक गिरती हुई बूंद
- एक पड़ी हुई बूंद
- एक बरसती हुई बूंद
- एक गिरी हुई बूंद

एक बूंद कितनी बड़ी होती है?
क्या सभी बूंदें एक आकार की होती हैं ?

एक बार बूंदें नापना आ जाए तो आप तुलना कर सकते हैं कि किस द्रव की बूंदें छोटी होंगी और किसकी बड़ी :

पानी?
दूध?
स्प्रिट?
समुद्री जल?
तेल?
सिरका?
साबुन का पानी?



बूंदों को टपकाना

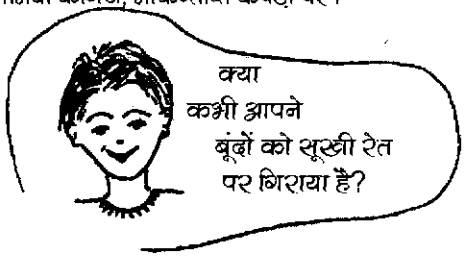
आप बूंदों को एक-दूसरे पर टपका सकते हैं ...

परंतु ऐसा करेंगे तो क्या होगा ?

एक बूंद को दूसरी पर टपकाने की कोशिश करें :

इसके लिए उपयोग करें
- पानी
- स्प्रिट
- तेल
- समुद्री जल
- सिरका

डालें :
- प्लास्टिक,
- कांच
- लकड़ी,
- अपना हाथ,
- धातु,
- अल्युमीनियम की पन्नी,
- रबड़,
- कागज,
- मोमिया कागज, मेकिन्तोश कपड़ा पर।



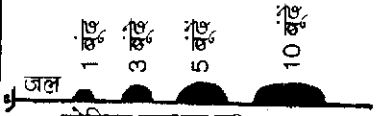
बूंदें सोख्ता कागज द्वारा सोख ली जाती हैं और घेरा बनाती हैं।

वैसे इसके लिए अख़बार और कॉफी छनना का भी प्रयोग किया जा सकता है।

देखें,
तुलना करें
और सावधानी से चित्र बनाएं।
आपने क्या देखा?

पानी ?
प्लास्टिक पर?

साबुन का घोल ?
कांच पर?



1 2 3 5
मोमिया कागज पर

अलग-अलग द्रव 1 पानी 2 मिट्टी का तेल
3 साबुन का घोल 4 सरसों का तेल

ऊपर के सभी द्रव ?
अल्युमीनियम की पन्नी पर ?

कुछ भी ?
किसी भी सतह पर ?

पूरा भरा है, यानी...

कुछ छोटे-छोटे बर्तन इकट्ठा करें

जैसे बोतल का ढक्कन

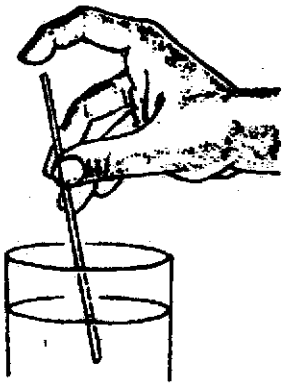
यहां तक कि
पेन का ढक्कन

स्क्रू-टॉप,
छोटे कप

या मर्तबानों के ढक्कन आदि

फिर देखने का प्रयास करें कि किसी बर्तन को लबालब भरने के लिए :
- पानी की,
- साबुन-पानी ,
- स्प्रिट ,
- सिरका,
- तेल की कितनी बूंदें डाल सकते हैं।

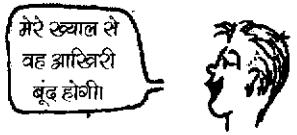
बर्तन के घेरे की कितनी ऊंचाई तक द्रव भरा जा सकता है ?



इसके लिए आप इस्तेमाल कर सकते हैं
- ड्रॉपर,
- इंजेक्शन सिरिंज

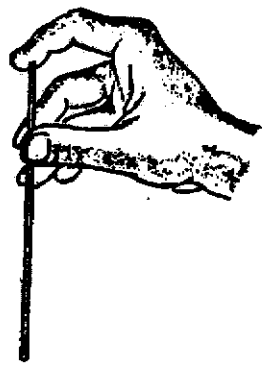
अगर आप होशियार हैं तो आप सोडा-स्ट्रा या बॉलपेन की खाली रीफिल भी उपयोग कर सकते हैं।

वह कौन-सी बूंद है जिसको डालने के बाद बर्तन में से पानी छलकने लगता है?



क्या होगा अगर आप बर्तन को पहले सादे पानी से लबालब भरें और फिर उसमें एक छोटी सी बूंद साबुन-पानी की डालें?

या फिर कोई अन्य द्रव डालें?



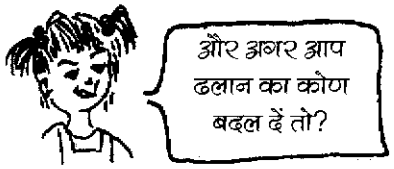
बूंदें

बूंदों को टपकने और दौड़ने दें...

- हल्के ढलानों पर,
जो अलग-अलग कोणों पर हों
- विभिन्न पदार्थों की सतहों पर जैसे
  प्लास्टिक,
  लकड़ी,
  फॉर-माईका,
  कांच,
  स्लेट,
  धातु आदि।

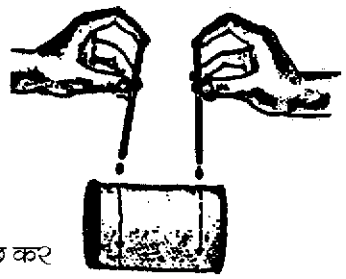
और उन्हें ध्यान से देखें।

अवलोकन करें कि - बूंदें किस प्रकार दौड़ती हैं।
- क्या वे सीधी रेखा में दौड़ती हैं?
- क्या वे तेज दौड़ती हैं?
- उनकी गति किस पर निर्भर करती है?



और अब दौड़ की तैयारी !

कुछ बड़े साइज के डिब्बे, बर्तन, बाल्टी, बोतलें आदि लें और उनकी गोल सतह पर बूंदों को दौड़ाएं।



किस द्रव की कौन-सी बूंद जीतती है ?

- क्या आप किसी बूंद को जिताने के लिए बूंद को कुछ कर सकते हैं?

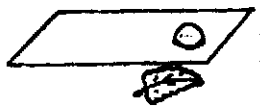
- क्या इसके लिए बर्तनों की सपाट-सतह इस्तेमाल की जा सकती है ?

- क्या ढलान वाली टीन की चादरों का उपयोग किया जा सकता है ?

- बूंदें सीधी रेखा में दौड़ें इसके लिए आप क्या करेंगे ?

- क्या आपने कभी स्याही की बूंदों को दौड़ाया है ?

बूंदों से आप और क्या कर सकते हैं?



उनसे आप एक अच्छा हैंड-लेंस बना सकते हैं।

- एक पारदर्शी प्लास्टिक की शीट के ऊपर साफ पानी की एक बूंद रखें।

अब इसे एक हैंड-लेंस की तरह इस्तेमाल करें :

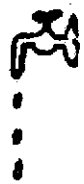
- हैंड-लेंस को आप पत्ती के कितना ऊपर से फोकस करें कि आपको पत्ती स्पष्ट दिखाई दे ?

- पत्ती का कितना बड़ा (या छोटा) हिस्सा आप एक बार में पानी के लेंस से देख सकते हैं?

- आप अपने बूंद-लेंस को किस प्रकार और बड़ा ? बेहतर? गोलाकार ? स्पष्ट ? बना सकते हैं।

- क्या पानी की जगह किसी अन्य द्रव (जैसे तेल) से बेहतर लेंस बनेगा?

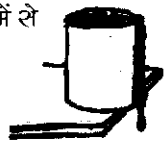
आपको क्या पता चला : जब और कोई हैंड-लेंस उपलब्ध न हो तो पानी की बूंद का लेंस बहुत काम का उपकरण है।



टपकता नल घड़ी की भांति है।
इस घड़ी को कैसे एडजस्ट कर सकते हैं ?
एक टपकते नल से
समय कैसे माप सकते हैं ?

टीन के डिब्बों से भी
घड़ी (जल) बन सकता है :

एक डिब्बे में एक छेद है ! तो क्या उसके पेंदे में से पानी की धार नहीं निकलेगी? और अगर उस छेद को आप छन्ने कागज से ढंक देंगे तो?



आप एक सूती डोरी या नाड़े की मदद से एक पानी का साईफन तैयार कर सकते हैं। उसमें से गिरते हुए पानी को आप खुद बनाए एक नपनाघट में इकट्ठा कर सकते हैं।

इन घड़ियों में आप चाबी किस प्रकार भरेंगे?
इन घड़ियों को आप किस प्रकार चालू रखेंगे?

छींटें

असल में छिटकी हुई बूंदें होती है।

रंगीन पानी का उपयोग करें

चुकंदर का रस सस्ता होता है।

स्याही और रंजक महंगे होते हैं।

पानी वाले रंग महंगे होते हैं।

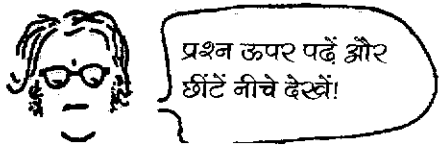
खाद्य रंग साफ होते हैं पर अपेक्षाकृत अधिक महंगे होते हैं।

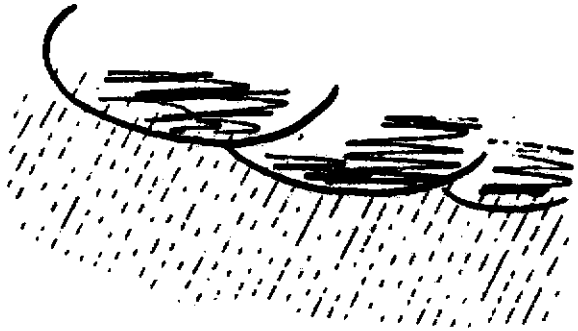
क्या होगा अगर बूंदों को इन ऊंचाई से गिराया जाए तो : 10 सेमी.
25 सेमी.
50 सेमी.
100 सेमी.
150 सेमी.
200 सेमी.।

बूंदों को अलग-अलग सतहों पर गिराया जाए, जैसे :
कागज पर ?
मोमिया कागज पर ?
कांच पर ?
प्लास्टिक पर ?
पत्थर पर ?
लिनोलियम पर ?
या पानी से भरे बर्तन में ?
या फिर सूखी रेत में ?

रंगीन छिड़काव को आप सहेज कर रख सकते हैं। वे अपनी कहानी कागज पर स्वयं ही लिख छोड़ते हैं.....! 'उन कागजों पर ऐसा क्यों हुआ ?
यह प्रश्न आप अवश्य लिखें। नहीं तो आपके पास बिना प्रश्नों के बहुत सारे उत्तर इकट्ठे हो जाएंगे।

आप उन्हें नापकर उनका एक ग्राफ भी बना सकते हैं।





अगर बारिश होगी, तो आपको मुफ्त में बहुत बूंदें मिल जाएंगी!
उनका इस्तेमाल करें!

ध्यान से देखें कि
बारिश का पानी कैसे गिरता है?
* - बिलकुल सीधा ?
* - तिरछा ?
* - कितना तिरछा ?
* - बारिश तिरछी क्यों होती है ?

जब वर्षा की बूंदें जमीन पर गिरती हैं तो उनका क्या होता है ?
* - नीचे झुककर जमीन को उस जगह देखें जहां बूंदें टकराती हैं
* - और जहां बूंदें तलैया की सतह से टकराती हैं ?
* - जरा बारीकी से देखें, जहां बूंदें तलैया या परात में पानी की सतह से टकराती हैं वहां क्या होता है ?

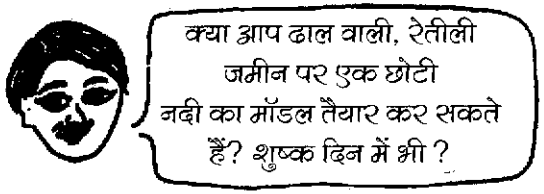
-क्या आप बारिश में तलैया की स्थिति का वर्णन कर सकते हैं ?
या उसका चित्र बना सकते हैं?
या उसमें रंग भर सकते हैं?
या उसके बारे में कोई गीत गा सकते हैं?
तलैया के पानी का रंग कैसा होता है?
क्या आप उस रंग की नकल कर सकते हैं ?
अब अपनी जगह बदलकर कहीं और खड़े हों और दुबारा गड्ढे को देखें।
गड्ढे का रंग अब कैसा दिखता है?
क्या आप इस रंग की नकल भी उतार सकते हैं?
जरा आसपास ध्यान से देखें। क्या आपको उस रंग से मिलती-जुलती कोई चीज दिखाई दी?

मूसलाधार बारिश हो तो...

-वर्षा या बारिश का पानी जमीन को कैसे प्रभावित करता है?

देखें सड़क पर
खाली जमीन पर
रेत के ढेर में
पेड़ के नीचे
घास में

किस स्थान पर बारिश का पानी अपनी सबसे साफ निशानी छोड़ जाता है ?
क्या आपने ढाल वाली जगह पर ध्यान से देखा ?



बारिश का सारा पानी कहां जाता है?
यह आपको कैसे पता चले ?
पानी का पीछा करने के लिए क्या आप कोई तरीका सोच सकते हैं?

क्या बारिश की सभी बूंदें एक ही आकार की होती हैं?
इसके लिए एक कागज लें और उसे केवल एक सेकंड के लिए बाहर बारिश में रखें।

- यह छींटेदार कागज आपको बारिश की बूंदों के बड़े, छोटे आदि होने के बारे में क्या बता सकता है?
- आप बारिश की कितनी बूंदों को पकड़ पाए?
- क्या यह सरल-सा प्रयोग आपको हलकी बारिश और तेज बारिश के बारे में कुछ बताता है?
- अब नापें
  - → सबसे बड़ी बूंद
  - → सबसे छोटी बूंद
  - → वे बूंदें जिनकी संख्या सबसे अधिक हो।

जो बूंदें कागज पर टकराती हैं उनका असल में क्या होता है?
क्या कांच, मैकिन्तोश, रुमाल, सूखी त्वचा, प्लास्टिक, पत्थर, सूखी रेत, सिर के बाल आदि से टकराने के बाद भी यही होता है ?

वर्षा की बौछार का गणित

भला वर्षा मापी है क्या!

आप दरअसल मापना क्या चाहते हैं?

- बूंदों का आकार?
- बूंदों की मात्रा ?
- गिरे हुए पानी की मात्रा?
- किसी निश्चित समय और स्थान पर हुई वर्षा?

आप क्या माप सकते हैं?

- - वर्षा मापी से ?
- - सीधी दीवारों वाले बेलनाकार डिब्बे से ?
- - छींटों वाले कागज से ?

अगर कोई कहे कि 3 मिमी. वर्षा हुई है तो उसका क्या मतलब है?

बाकी गणना और अनुमान आपको करने होंगे ?

अब आकलन करें :

(क) स्कूल में खेल के मैदान का क्षेत्रफल।
(ख) अगर वर्षा मापी 2 मिमी. बारिश दिखाता है तो खेल के मैदान में कुल कितना लीटर पानी गिरेगा?

- अगर 1.5 वर्ग किलोमीटर के क्षेत्रफल में 2 मिमी. वर्षा हुई तो गिरे पानी का कुल भार कितना होगा?
- मान लें कि आपके कागज के पन्ने (जिसका क्षेत्रफल आपको ज्ञात है) पर 'ग' बूंदें एक सेकंड में गिरीं तो 10 मिनट की बारिश में खेल के मैदान में कुल कितनी बूंदें गिरेंगी?

पानी और रंजक

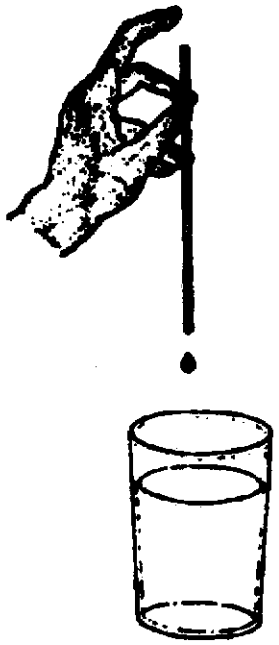
पानी एक द्रव है...
...लेकिन वह बहता कैसे है?

पानी में हो रही हलचल/प्रवाह अथवा भंवरें हमें तब तक दिखाई नहीं देते हैं जब तक हम उसमें थोड़ा रंग या स्याही नहीं डाल देते।

क्या होगा अगर आप पानी भरे गिलास या पानी के हौज में एक बूंद स्याही डालेंगे तो ?

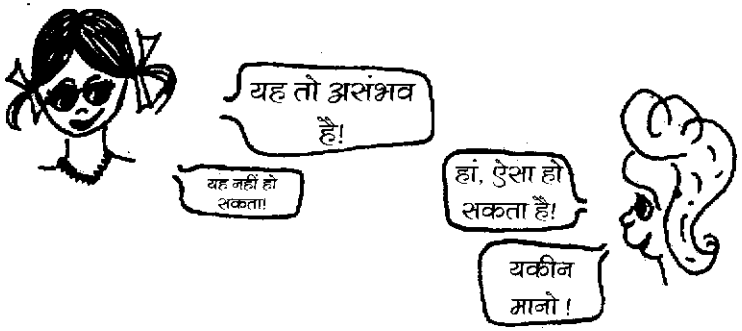
निम्नलिखित प्रयोग करें और ध्यान से देखें:
इस सरल प्रयोग या जादू से आप पानी के बहुत से रहस्य जान जाएंगे।

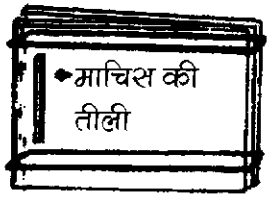
- पानी किस तरह चलता है ?
- पानी किसी अन्य द्रव के साथ किस प्रकार मिलता है ?
- पानी में इस प्रकार का प्रवाह या भंवरें क्यों होती हैं ?
- केतली में पानी के ऊपर की सतह कैसे गर्म होती है ?
- अगर कप में पानी को चम्मच से गोल-गोल हिलाकर छोड़ दिया जाए तो पानी कितनी देर तक गोल-गोल घूमता रहेगा ?
- या फिर पानी को कितनी देर तक याद रहता है कि उसे किस दिशा में घुमाया गया था।
- पानी में एक क्रिस्टल या रवा किस प्रकार घुलता है ?
- घुलनशील पदार्थ पानी में कैसे घुलता है ?
  - चलते / घूमते पानी में?
  - शांत पानी में?
  - ठंडे पानी में?
  - गर्म पानी में
  - गर्म होते हुए पानी में?



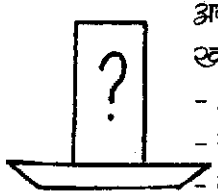
पानी और रंग
इन समस्याओं को
सुलझाने में सहायक होते हैं

ऊपर चढ़ता पानी ?





कांच की दो छोटी पट्टियां लें। उनके बीच में एक सिरे पर माचिस की तीली फंसाएं। फिर दोनों पट्टियों को ऊपर दो रबड़ के छल्लों से बांध दें।
अब इस उपकरण के निचले हिस्से को पानी में हलके से छुआएं ...
कांच की पट्टियों के बीच क्या हुआ?
उसका चित्र बनाएं और विवरण लिखें।



अगर आप एक ईंट को पानी की प्लेट या परात में खड़ा करेंगे तो क्या होगा?
- और अगर पत्थर को?
- या झाड़ू की सींक को?
- या चॉक के टुकड़े को?

पानी को कागज की पट्टी पर ऊपर चढ़ने दें

इस प्रयोग से कई समस्याओं का हल मिल सकता है :

किस कागज में पानी सबसे ज्यादा ऊंचाई तक चढ़ता है?

- सोख्ता कागज में?
- अखबार के कागज में?
- अभ्यास पुस्तिका के कागज में?
- पतले टिश्यू कागज में?
- रैपिंग कागज में?
- टायलेट पेपर में?
- छननी कागज में?
- किसी अन्य कागज में?

अलग-अलग कपड़ों की पट्टियों में पानी कितना ऊपर चढ़ेगा?

- सूती कपड़ा
- ऊनी कपड़ा
- नॉयलान
- प्लास्टिक
- तौलिए का कपड़ा
- कैनवस
- मलमल
- लिनन?

मैं तो...

- रंगीन पानी में
- चीनी के शरबत में
- नमक के घोल में
- तेल में
- स्पिरिट में
- दूध में
- नींबू के रस में यह प्रयोग करूंगी।

... अगर मुझे यह करने की अनुमति मिली तो!

परिवर्तनशील घटक

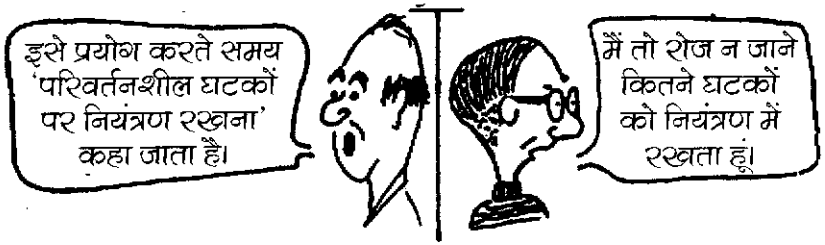
अगर आप सही तुलना करना चाहते हैं ताकि आपको समस्याओं का प्रामाणिक हल मिले तो इसके लिए आप एक बार में केवल एक ही गुण की तुलना करें।

उदाहरण 1-समस्या हल करने हेतु : 'कौन-सा द्रव सबसे ऊंचा चढ़ता है?'

आप अलग-अलग द्रव इस्तेमाल करें, परंतु हर बार कागज एक-जैसा हो, उसकी चौड़ाई एक-जैसी हो और वह द्रव में एक ही गहराई तक डूबा हो।

उदाहरण 2- 'पानी के ऊपर उठने पर पट्टी की चौड़ाई का क्या प्रभाव होता है ?'

इसके समाधान के लिए एक ही प्रकार का कागज इस्तेमाल करें। एक ही द्रव का प्रयोग करें, और पट्टियों को एक ही गहराई तक द्रव में डुबोएं। सिर्फ हरेक पट्टी की चौड़ाई अलग-अलग हो।



इसे ध्यान में रखकर आप बहुत सारी समस्याएं हल कर सकते हैं

कोई द्रव कितनी तेजी से अलग-अलग कागजों में ऊपर की ओर चढ़ता है?
(कितना ऊंचा) - विभिन्न कपड़ों में चढ़ता है?
-विभिन्न ईंटों में चढ़ता है?

और : भिन्न द्रव कितनी तेजी से चढ़ते हैं? कागजों में?
कपड़ों में?
ईंटों में?

यहां पर आप परिवर्तनशील घटकों पर किस प्रकार नियंत्रण रखेंगे ?

और भी बहुत-सी समस्याएं हैं : जरा सुनें!

थोड़ी देर बाद द्रव ऊपर चढ़ना बंद क्यों कर देता है? क्या वह सूख जाता है?

अगर हम पट्टियों के चारों ओर प्लास्टिक की शीट लपेट दें तो क्या द्रव और ऊंचा उठेगा?

क्या आप पट्टी को बोतल में लटकाकर बाहर से ढक्कन को बंद कर सकती हैं?

मैं एक सूती धागे को बोतल की दीवार से सटाकर उसके सहारे पानी को चढ़ा सकता हूं।

मैं एक छन्ना कागज की पट्टी बनाकर स्याही की एक बूंद के इर्द-गिर्द पानी फैलने दूंगी।

पानी कैसे चढ़ेगा :
* कागज गोल हो।
या * सितारे की तरह हो, या टेढ़ा-मेढ़ा हो।

मैं कागज की पट्टी पर तीन अलग-अलग रंग लगाऊंगी।

मैं कागज में एक छेद बनाऊंगी। नहीं नहीं! एक नहीं, तीन-चार छेद।

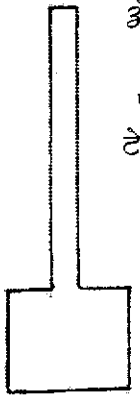
पानी में कितनी 'ताकत' है?

-पानी की एक बूंद पर दूसरी बूंद रखी जा सकती है।
- पानी पर आलपिन, पेपर-क्लिप्स, सूई और ब्लेड तैर सकते हैं।
- पानी अपने आप ऊपर चढ़ता है।

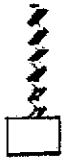
क्या पानी 'ताकतवर' है? वह कितना 'लिसलिसा' और चिपकने वाला है?

क्या आपने कांच की दो गीली पट्टियों को अलग-अलग करने की कोशिश की है?

कागज से इस आकृति को काटें

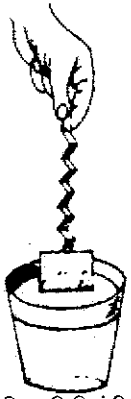


और फिर उसकी पूंछ को टेढ़ा-मेढ़ा करके मोड़ें।



इस तरह पानी का पृष्ठ तनाव नापने का एक यंत्र बन जाता है।

इससे अन्य द्रवों के पृष्ठ तनाव को भी नापा जा सकता है, और उनकी तुलना भी की जा सकती है।



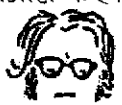
इसके लिए द्रव की सतह को हलके से छूकर यंत्र को ऊपर उठाएं। कागज की स्प्रिंग कितनी खिंची?
क्या आप इससे अधिक विश्वसनीय यंत्र की कल्पना कर सकते हैं?

मैं इसके लिए एक संवेदनशील स्प्रिंग तराजू का इस्तेमाल करूंगा।

क्या इसके साथ कोई सपाट चीज इस्तेमाल करना बेहतर नहीं होगा?

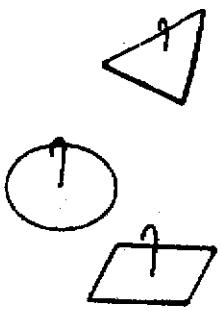
हां, क्योंकि तब पानी को चिपकने के लिए बड़ी सतह मिलेगी!

या फिर.. हम इसके लिए एक समान्य तुला इस्तेमाल करें?



अगर हम तैरते हुए ब्लेड पर कुछ वाशर रखें तो क्या होगा?

पृष्ठ तनाव की तुला

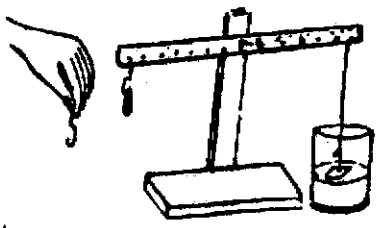


कार्डशीट या मजबूत कागज से ज्यामितीय आकृतियां काटें।

- 'वाटरप्रूफ' बनाने के लिए उन्हें पिघले हुए मोम में डुबों दें। इन आकृतियों को आप प्लास्टिक या किसी धातु की शीट आदि से भी काट सकते हैं।

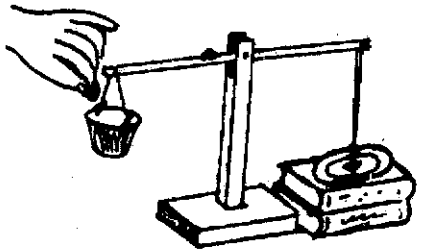
प्रत्येक आकृति के बीच में एक पिन लगा दें, और इसे इस तरह मोड़ दें कि यह आकृति को लटकाए जाने योग्य बना सके और इसे संतुलित बनाए रखे।

प्रत्येक आकृति को धागे से बांधकर तराजू से लटकाएं। दूसरी ओर कुछ पेपर-क्लिप लटकाकर तुला को संतुलित करें। अब आकृति को पानी की सतह से मात्र छूने दें।



तुला के दूसरे सिरे पर कुछ भार (पेपर-क्लिप) लटकाकर उसे संतुलित करें। आकृति को पानी की पकड़ से छुड़ाने के लिए कुल कितने पेपर-क्लिप लगे?

अब आप इस बात की तुलना कर सकते हैं कि किस हद तक आकृति का आकार, क्षेत्रफल, द्रव का प्रकार इसकी 'पकड़ने की क्षमता' पर प्रभाव डालते हैं।



समान क्षेत्रफल परंतु अलग-अलग आकार वाली आकृतियां बनाएं। एक-जैसे आकार, किंतु अलग-अलग क्षेत्रफल की भी आकृतियां बनाएं और प्रयोग करें।

परिवर्तनशील घटकों पर विशेष ध्यान दें!

जब आप निम्न प्रकार के प्रश्नों का हल खोज रहे हों :

- क्या साबुन का घोल अधिक ताकतवर है या....
- क्या कोई विशेष आकार दूसरों की अपेक्षा अधिक 'ताकत' से पकड़ा गया है?
- अलग-अलग क्षेत्रफलों पर आप पानी के 'खिंचाव' की किस प्रकार तुलना करेंगे?
- कौन से ऐसे घटक हैं जिन्हें नहीं बदलना चाहिए और कौन से ऐसे हैं जिन्हें बदला जा सकता है?

बर्फ, पानी, भाप

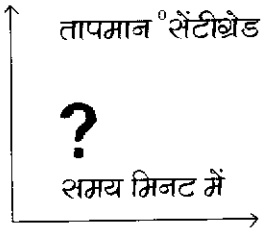
उबलने पर पानी कहां चला जाता है?
क्या आप उसे दुबारा पा सकते हैं?

यह एक पुराना, जाना-माना प्रयोग है। एक सीटी बजाती केतली से निकलती भाप में एक ठंडी पट्टी रखी जाती है ...
मुझे इस प्रयोग में बच्चों के लिए कुछ खतरा नजर आता है। इससे शिक्षकों की भी उंगलियां जल सकती हैं।

यह एक आश्चर्यजनक बात है कि :

बर्फ और भाप के बीच पानी के तापमान का क्या होता है?

- एक बर्तन में बर्फ के टुकड़े (पानी) से शुरू करें।
- उसमें एक तापमापी (थर्मामीटर) डालें और हरेक मिनट पर उसे पढ़ें।
- तापमानों का एक रिकॉर्ड रखें।
- अब बर्तन को आग पर रखकर गर्म करें और पानी को कम-से-कम पांच मिनट तक उबलने दें।
- ग्राफ बनाएं।
- यह ग्राफ आपको क्या बताता है?



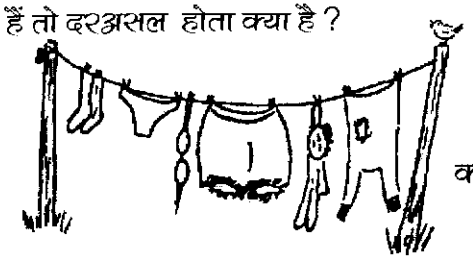
मेरे बच्चों को फ्रिज में बर्फ के घनाकार टुकड़े बनाने में बड़ा मजा आता है।

मैंने उन्हें एक समस्या सुझाई है। अब उन्हें बनानी हैं :

- बर्फ की गेंदें/या बर्फ के अंडे या बर्फ के छल्ले/ या बर्फ की अन्य कोई आकृति।

वाष्पीकरण और कपड़ों का सूखना

कपड़ों को सुखाना एक बहुत साधारण बात है। परंतु जब गीले कपड़े सूखते हैं तो दरअसल होता क्या है ?



सूखने का मतलब क्या है? कितना गीला, गीला होता है?
कितना सूखा, सूखा होता है?
क्या आप गीलेपन को माप सकते हैं?

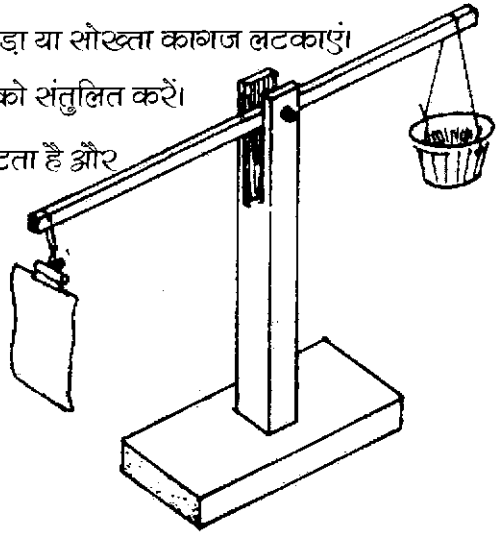
एक साधारण तराजू से आप गीला और सूखा मापने का अच्छा यंत्र बना सकते हैं।

तुला की एक भुजा से गीला कपड़ा या सोख्ता कागज लटकाएं।

दूसरी ओर बाट रखकर तुला को संतुलित करें।

सूखते समय वस्तु का भार घटता है और तुला असंतुलित हो जाती है।

इससे आप सूखने का समय, पानी की मात्रा और वाष्पीकरण की दर माप सकते हैं।



(कृपया देखें : सूखी वस्तु को पहले तोल लें। इससे आपको पता चलेगा कि वस्तु में अभी भी कितना पानी है। एक घन सेमी. पानी का भार एक ग्राम होता है।)

अब परिवर्तनशील घटकों के बारे में सोचते हुए आप कई प्रश्नों को हल कर सकते हैं :

1. क्या प्रयोग करने के स्थान-स्थिति से कुछ अंतर आ सकता है? धूप में? छांव में? सूखे में ? तेज हवा में ? अलमारी के ऊपर? कोने में? मेज के नीचे?
2. क्या कागज/कपड़े के आकार से कोई अंतर पड़ेगा? गोलाकार? वर्गाकार? त्रिकोणाकार? रिबन जैसी पट्टी?
3. क्या कागज/कपड़े का क्षेत्रफल सूखने की दर को प्रभावित करता है?

नोट: एक-जैसे आकार और अलग-अलग क्षेत्रफल के टुकड़े काटें।
समान क्षेत्रफल और अलग-अलग आकार के टुकड़े काटें।

क्या यह अंत है?

वास्तव में यह अंत तो नहीं है, क्योंकि बहुत से प्रश्न और समस्याओं को सुलझाना अभी भी बाकी है।
पानी के साथ और भी बहुत कुछ करने के लिए है और सीखने के लिए अभी भी बहुत कुछ बचा है।

इनके बारे में सोचें : जल-शक्ति

* पनचक्की बनाएं
* पानी द्वारा मिट्टी की कटाई का अध्ययन
* पानी का दबाव
* हाइड्रॉलिक्स

- जल चक्र
- जल संरक्षण
- जल वितरण प्रणाली

* पानी के वितरण का एक नक्शा बनाएं
* नल की टोंटी को खोलें और दुबारा फिट करें

- जल प्रदूषण और शुद्धिकरण

* छानना

- घोल और घुलनशील पदार्थ

* <u>गर्म</u> पानी में कितनी चीनी घुलती है? <u>ठंडे</u> पानी में कितनी?
* समुद्र जल के वाष्पीकरण से क्या मिलता है?

और उनके बारे में जो धरती पर विभिन्न जलाशयों में

रहते हैं
नहीं रहते हैं
अब नहीं रहते।

प्रत्येक चीज

महत्त्वपूर्ण है।
रोचक है।
शिक्षाप्रद है।
काम की है।

कोई भी विषय लें जिसमें आपकी और बच्चों की रुचि हो और बस शुरू हो जाएं और देखें कि उसका कहां अंत होता है।

अध्याय 15

बच्चे और उनका परिवेश

परिचय

हर स्कूल के परिवेश में अनेक रोचक बातें, जानकारियां और उदाहरण होते हैं। वहां आसपास ऐसी बहुत-सी चीजें होती हैं जिनका बच्चे खुल कर उपयोग कर सकते हैं। दरअसल, स्कूल का पर्यावरण बच्चों के अपने अनुभवों और उनकी अपनी दुनिया के बहुत करीब होता है। इसका एक दुष्परिणाम यह है कि लोग रोजमर्रा की जानी-पहचानी चीजों की महत्ता को नहीं समझते हैं, उन्हें अनदेखा करते हैं। जाहिर है जानी-पहचानी चीजों और जगहों को बारीकी से देखने और समझने के लिए कुछ प्रयास तो करने ही होंगे।

सर्वप्रथम बच्चों को ऐसे प्रश्न पूछना सीखना होगा जिनके उत्तर आम परिवेश में एकदम स्पष्ट न हों। फिर उन्हें उन प्रश्नों के उत्तर खोजने होंगे। अकसर उनके जवाब उसी परिवेश में कहीं पर छिपे होंगे। थोड़ी लगन और वैज्ञानिक दृष्टिकोण से बच्चे उन्हें अवश्य खोज पाएंगे। छिपे उत्तर को ढूंढ़ निकालना बच्चों के लिए एक नई खोज होगी और उससे उन्हें बहुत खुशी मिलेगी। वैज्ञानिक तरीके से खोज के दौरान अटकलें नहीं लगानी पड़ती हैं। या फिर इस अटकलबाजी को ही अकसर 'खोज द्वारा सीखना' समझा जाता है। इस खोज को योजनाबद्ध तरीके से किया जा सकता है।

इसमें शिक्षक को भी प्रयास करना पड़ेगा। इसके लिए शिक्षक को स्कूल के आसपास के परिवेश का जैविक और पर्यावरण संबंधी सर्वेक्षण करना पड़ेगा और उसमें विज्ञान के अध्ययन की संभावनाओं को ढूंढ़ना पड़ेगा। शिक्षक का काम है बच्चों को प्रेरित करना और उन समस्याओं और प्रश्नों को पेश करना, जिनका सामना एक जैव पर्यावरण में बच्चों को करना पड़ता है।

इस अध्याय में पास-पड़ोस के परिवेश का इस्तेमाल करके, विज्ञान के अध्ययन के कई सुझाव और तरीके दिए गए हैं। इसमें इस प्रश्न का उत्तर खोजने का प्रयास किया गया है कि 'हम बच्चों की किस प्रकार सहायता कर सकते हैं जिससे कि वे विज्ञान शिक्षण के लिए अपने पर्यावरण का उपयोग कर सकें?'

इसमें 'पहले से तैयार पाठ' नहीं हैं क्योंकि बाहर के किसी व्यक्ति के लिए ऐसा करना असंभव होगा। हर स्कूल का पर्यावरण दूसरों से भिन्न होता है और उसकी अपनी एक अलग ही विशेषता होती है। स्कूल के आस-पड़ोस का सर्वेक्षण करने के बाद ही आप उसमें संभावनाएं खोज सकते हैं और गतिविधियों पर आधारित पाठ तैयार कर सकते हैं।

यहां पर उद्देश्य यह है कि बच्चे एक नए दृष्टिकोण से अपने पर्यावरण का निरीक्षण करें, जिससे कि वे समग्र रूप में उसकी बारीकियों और जटिलताओं को देख पाएं। इस मार्गदर्शिका में इस प्रकार की कुछ गतिविधियां सुझाई गई हैं। बच्चे अपने पैर तले, छोटे से जमीन के टुकड़े या एक पट्टी का अध्ययन कर सकते हैं। वे उसमें रहने वाले जीवों और पौधों के संबंधों, उनकी परस्पर-निर्भरता और एक-दूसरे के प्रभाव का अवलोकन कर सकते हैं। हम यहां वास्तविक पर्यावरण की उन वस्तुओं और स्थितियों से शुरू करेंगे जिन्हें बच्चे छू सकें और देख सकें।

पृष्ठ 185 से 187 तक जो विचार हैं, वे प्रश्नों के रूप में हैं। उनसे बच्चे एक छोटे क्षेत्र (जमीन पर निशान लगा एक टुकड़ा) का अध्ययन कर सकते हैं और अपने अवलोकनों द्वारा उनमें संबंध खोज सकते हैं। यहां कुछ प्रश्न सुझाए गए हैं जिनका निरीक्षण द्वारा उत्तर दिया जा सकता है और जिनसे अन्य प्रश्न पैदा होने की संभावना है। छोटे क्षेत्रों (पृष्ठ 188) के अध्ययन के अलग-अलग तरीके सुझाए गए हैं; परंतु बच्चे और शिक्षक इनसे भिन्न और अधिक तरीके अवश्य खोजेंगे ।

छोटे क्षेत्रों के लिए जो सुझाव दिए गए हैं वे इस अध्याय की अन्य गतिविधियों पर भी लागू होंगे क्योंकि उनके अध्ययन का तरीका भी लगभग समान ही होगा। उनमें बच्चों को मजा आएगा, वे आश्चर्यचकित होंगे और साथ में उनके व्यापक परिणाम भी निकलेंगे। कुछ शिक्षकों को इस आश्चर्य की अनुभूति तब हुई जब वे 'जैविक खेत की तहें' (पृष्ठ 189) का अभ्यास कर रहे थे। सघन पेड़ों के पास, जहां छोटे पौधे खत्म होकर घास का मैदान शुरू होता था, वहां एक रोचक टुकड़ा चुना गया। शिक्षकों से उसका सूक्ष्म अध्ययन करने को कहा गया। उन्हें वहां से पौधों आदि के नमूने इकट्ठे करने थे, उनके चित्र बनाने थे और उस इलाके का एक सही नक्शा बनाना था।

पहले समूह को 'पैरों के नीचे' का भाग दिया गया। इसका मतलब उन्हें केवल उसी क्षेत्र या उसके बिलकुल पास की मिट्टी का अध्ययन करना था। उनका ध्यान पेड़ों के नीचे सड़ती पत्तियों की एक मोटी परत की ओर आकर्षित किया गया। उन्होंने बाद के प्रदर्शन के लिए उसका एक नमूना उठा लिया। उन्होंने कई कंदों और बेलों की जड़ों को खोदा। अद्‌भुत विविधता के साथ-साथ उनके आकार और उपयोगिता के बीच में भी संबंध पता चला। जो उन्होंने पहले सिर्फ स्कूल की किताबों में देखा था उसे वे पहली बार असलियत में देख रहे थे और उनकी टिप्पणियों से उनका संतोष झलक रहा था : 'मैं इस कार्य को अपने बच्चों के साथ भी करूंगा।'

दूसरे समूह के सदस्यों का निरीक्षण जमीन से केवल 5 सेमी. की ऊंचाई तक सीमित था। इतने छोटे पौधे भी होते हैं और उनमें फूल भी खिलते हैं और बीज बनते हैं यह देखकर उन्हें काफी आश्चर्य हुआ। कुछ पत्तियों की विशेषताओं को देखकर प्रश्न उठा कि आखिर 'इस पौधे का तना कहां से शुरू होता है?' और यह एक रोचक खोज और चर्चा का विषय बन गया। कुछ लोग घुटने से लेकर कंधे की ऊंचाई की तह का अध्ययन कर रहे थे। वे छोटे कीटों की घास के ऊपर उड़ान से प्रफुल्लित हो गए—इस मामूली घटना को पहले वे शायद देख कर भी अनदेखा करते। जो समूह आंख के स्तर से ऊपर की चीजों का अध्ययन कर रहा था वह एक ही प्रजाति के पेड़ों की टहनियों के सिरों पर उग रही अलग-अलग आकार, रंगों, नाप की पत्तियों की विविधता को देखकर एकदम दंग रह गया । ये शिक्षक कोई विशिष्ट जीव वैज्ञानिक नहीं थे लेकिन उन्हें किसी अनजाने अभिगम ने इस ओर प्रेरित किया जिस पर पहले उन्होंने कभी गौर ही नहीं किया था। सबसे बड़ा आश्चर्य तो तब हुआ जब सब टीमों ने अपनी जानकारी को पांच नक्शों, लिखित रिपोर्टों, नमूनों आदि के माध्यम से पेश किया। उनकी सृजनशीलता को देखकर दो टिप्पणियां की गईं : 'क्या इतनी अधिक जानकारी इतने छोटे से क्षेत्र से मिल पाना संभव है ?' और एक ही क्षेत्रफल पर आधारित पांच अलग-अलग प्रदर्शनों को देखकर यह लगा कि 'क्या हम सभी ने मिलकर यह किया है?'।

जमीन की आड़ी-काट (ट्रांजेक्ट) पर कार्य करते हुए (पृष्ठ 190 से 193) आपको एक छोटे क्षेत्र के जैव समुदाय से कहीं बड़ा आयाम देखने को मिलता है। इस तरीके से आप एक बड़े क्षेत्रफल की वनस्पतियों का अध्ययन कर सकते हैं। इसमें सूक्ष्म जानकारियों की बजाय एक समग्र दृष्टि मिलती है। जमीन की पट्टी पर पौधों के बदलते क्रम का संबंध मिट्टी की बनावट, हवा और धूप की दिशा, जमीन के ढाल और आने-जाने वाले लोगों से आने वाली बाधाओं और यंत्रों से जोड़ा जा सकता है।

'वनस्पति' का अध्ययन करते समय एक पौधे की बजाय सभी पौधों पर ध्यान दिया जाता है। वनस्पति का मतलब उस क्षेत्रफल में पैदा हो रहे पौधों से कहीं अधिक होता है। उस क्षेत्र की भौतिक और मौसम संबंधी परिस्थितियां, भू-दृश्य (या भू-दृश्य के घटक, जैसे कोई तटबंध, किसी गली में कोई ताल, तालाब का दलदली किनारा) उसके अपने विशेष रंग, लक्षण और जीवों के प्रभाव का भी इसमें समावेश होता है। यहां पर अगर कोई अकेली चींटी दिख भी जाए तो वह महत्त्वहीन होती है परंतु पत्तियां खाने वाली रेंगती इल्लियों का उल्लेखनीय महत्त्व होता है ।

पृष्ठ 194 के आगे केवल पौधों पर ध्यान केंद्रित किया गया है। जानकारी के लिए असली पौधों के नमूनों पर ही बल दिया गया है। पौधा अपने बारे में क्या बताता है? यह प्रश्न अलग-अलग रूप में बार-बार आता है और इसका उत्तर खोजने के लिए शिक्षक (या प्रशिक्षु) को बहुत सूक्ष्मता और विस्तार से पौधों का निरीक्षण करना पड़ेगा। अवलोकन तो सिर्फ पहला कदम है। फिर शिक्षक ने जो कुछ भी पाया है उस जानकारी में पौधों के विभिन्न अंगों के आकार और उनकी उपयोगिता के बीच संबंध खोजने होंगे और पौधों और उनके ऊपर बाहरी प्रभावों के रिश्तों को देखना होगा। इसके लिए तर्क, सोच और चिंतन करना होगा जिससे कि उपलब्ध अवधारणाओं को क्रम में रखकर कोई तार्किक परिकल्पना पेश की जा सके। इसके लिए एक-समान ढांचों की समान उपयोगिता की तुलना करनी होगी। आगे कुछ सरल प्रयोग भी करने होंगे ।

पौधों से संबंधित शब्दों का वर्णन करते समय भाषा की भूमिका को सही स्थान दिया गया है क्योंकि यह अपने विचारों और खोजों को अन्य लोगों को बताने का एक माध्यम है। पौधों के वर्गीकरण को एक तैयार प्रणाली के रूप में प्रस्तुत नहीं किया गया है, पर यह एक ऐसी क्रिया है जिसे करने के लिए अवलोकन, क्रम में लगाने की क्षमताएं आवश्यक हैं। वर्गीकरण करते समय छात्र उनकी समानताओं और विभिन्नताओं का अवलोकन करते हैं और चर्चा के बाद ही वे पौधों को उनके लक्षणों के अनुसार अलग-अलग समूहों में रखते हैं। इसमें 'समानता' और 'विभिन्नता' के लक्षणों पर छात्रों को निर्णय लेना होता है और उसी आधार पर वे नमूने को पौधों के विशेष 'समूह' में शामिल करते हैं या उन्हें अलग रखते हैं। बच्चों की इस गतिविधि के परिणामों को देख लिनिअस मुस्कराते अवश्य, परंतु इस तरीके को देख कर खुश भी होते ।

अंत में प्राणियों के जीवन पर कुछ गतिविधियां सुझाई गई हैं, परंतु यहां भी अवलोकनों, पर्यावरण के साथ संबंधों की खोज पर जोर दिया गया है ।

बच्चे

अपने परिवेश में

विज्ञान सीख सकते हैं

जोस एल्स्टगीस्ट

बच्चे अपने आसपास की दुनिया से स्वयं नाता जोड़ते हैं। वे निरंतर अपने आसपास के सभी सजीव और निर्जीव वस्तुओं, हार-जीत, मनचाही घटनाओं, बीमारी, खराब मौसम, सुख-दुख व अन्य प्राकृतिक घटनाक्रमों आदि के साथ एक संतुलन स्थापित करते हैं। वे बहुआयामी घटनाओं से घिरे रहते हैं और वे उन्हें समझना चाहते हैं। बदलती परिस्थितियों के अनुसार वे अपने आपको ढालते हैं। वे जीवन के जटिल जाल के ताने-बाने को धीरे-धीरे समझने की कोशिश में ही, उस पर विजय हासिल करते हैं।

पर्यावरण तो बच्चों का अपना खुद का है। वे उसी में रहते हैं, खेलते हैं, वे उसी का हिस्सा हैं। वे उसको जानते हैं और उसी में सीखते हैं। पर्यावरण के साथ निकटतम संबंध होने का यह मतलब नहीं है कि बच्चे उसके बारे में सब कुछ जानते हैं। इसीलिए तो उन्हें पर्यावरण से ही उसके बारे में और अधिक जानने के लिए प्रेरित करना चाहिए।

अगले कुछ पन्नों में (वर्कशीट्स) अपने आसपास की चीजों और निकट के परिवेश में विज्ञान सीखने के कई सुझाव दिए गए हैं। इनके द्वारा एक प्रश्न का उत्तर ढूंढ़ने का प्रयास है : 'बच्चे अपने ही पर्यावरण को किस प्रकार सीखने का माध्यम बना सकते हैं और हम इसमें उनकी क्या मदद कर सकते हैं?'

इसमें आपको कोई 'तैयार, बने-बनाए' पाठ नहीं मिलेंगे, क्योंकि बाहर के किसी व्यक्ति के लिए यह करना संभव भी न होगा। हरेक स्कूल का पर्यावरण दूसरे स्कूलों से भिन्न होगा और अपने आप में अनूठा होगा। इसलिए शिक्षकगण अपने स्कूल के पर्यावरण की पहले स्वयं खोजबीन करें, और उसमें निहित संभावनाओं और अवसरों पर आधारित गतिविधियां और पाठ बनाएं।

बच्चों की मदद करें जिससे वे एक वैज्ञानिक दृष्टिकोण से पर्यावरण के सभी पक्षों को, उनकी जटिलता में देखना सीखें। यहां सुझाई गई कुछ गतिविधियां बस यही करती हैं—छोटे क्षेत्र की, जमीन की आड़ी काट आदि की बारीकी से जांच-पड़ताल करना। साथ में पर्यावरण को एक समुदाय के रूप में देखना—जिसमें, रिश्तों-नातों का एक पूरा जाल है और जिसमें सभी में अटूट संबंध हैं, सब एक-दूसरे पर निर्भर हैं।

हम शुरुआत उन ठोस चीजों से करेंगे जिन्हें हम सीधे छू सकते हैं, देख सकते हैं और जो बच्चों के असली पर्यावरण का एक अभिन्न अंग हैं।

एक छोटे क्षेत्र में काम करना

जमीन का एक ऐसा टुकड़ा चुनें जो किसी कारणवश आपको रोचक लगता हो।

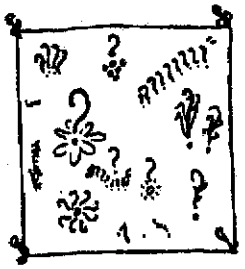
पूरा टुकड़ा एक-जैसा दिखे यह जरूरी नहीं है।

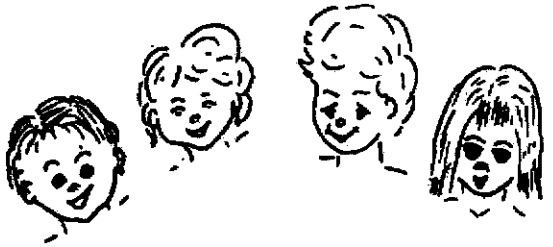
जमीन में चार डंडियां गाड़ कर डोरी बांधकर 1 मीटर x 1 मीटर का टुकड़ा अलग करें।

मैं एक गोल छल्ला इस्तेमाल करता हूं। इससे मुझे एक गोल वर्ग मीटर क्षेत्रफल मिलता है।

इस छोटे क्षेत्र का सावधानी से अध्ययन करें और उसका नक्शा बनाएं।

- वहां क्या पड़ा है?
- वहां क्या बैठा है?
- उसमें क्या हिल रहा है?
- उसमें क्या चल रहा है?
- उसमें क्या खिसक रहा है?
- उसमें क्या रेंग रहा है?
- वहां क्या उग रहा है?
- उसमें कौन गड्ढा खोद रहा है?
- वहां क्या रहता है?
- उसमें किस-किस का घर है?





इस काम को साथ मिलकर करने में ही मजा है! चलो इस पर एक-साथ मिलकर काम करें।

अगर आप एक आसान आकृति चुनेंगे और उसका नाप लेंगे तो उसका नक्शा बनाना आसान होगा। ऐसी कुछ आकृतियां हैं :

कई प्रकार के पौधे, वस्तुएं, पत्थर, छिद्र, बीज, फल, अंकुर, जानवरों का मल, छिलके, फेंकी हुई चीजें और अन्य छोटे-मोटे टुकड़े।

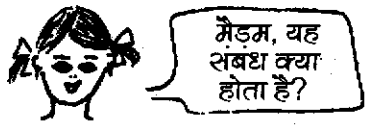
मेरी लाल पेंसिल अभी-अभी कहीं खो गई है।

ध्यान से देखो

आपको अपने छोटे क्षेत्र में जो चीजें दिखाई पड़ीं क्या आप उनके बीच कोई रिश्ता, कोई संबंध ढूंढ़ सकते हैं?

संबंध...

...एक-जैसे लोगों के बीच



...विभिन्न लोगों में

...पौधों और जानवरों में

...पौधों और लोगों में

...पौधों और अन्य चीजों में

...जानवरों और लोगों में

...जानवरों और चीजों में

...चीजों और लोगों में

क्या आप अपनी सोच और अपनी खोजों को लिख सकते हैं?
आप चाहें तो चित्रों द्वारा या रंग कर अपनी बात को और स्पष्ट कर सकते हैं।
हालांकि पहले बातचीत करना ही अच्छा होगा :

अपने छोटे क्षेत्र में निहित चीजों और बाहर की बड़ी दुनिया के बीच संबंध ढूंढें।

अगर कोई आपके छोटे क्षेत्र में से गुजरता है तो वह

... कहां से आया ?

.... कहां जाएगा ?

बीजों से अंकुर निकलते हैं।

परंतु बीज कहां से आते हैं?

क्या आपको उसका पैत्रिक पादप कहीं दिखाई दिया ?

कहां ? कितने ? क्या बहुत दूर ?

नीचे कुछ पत्तियां कहां से गिरकर आईं?

क्या आपको कुछ पेड़ मिले?

क्या उनकी पत्तियां गिरी हुई पत्तियों के समान हैं?

संभल कर देखो, तुम्हारे छोटे क्षेत्र के टुकड़े में ऊपर और नीचे कौन कहां छिपा बैठा है?

और ऊपर क्या लटक रहा है उसे देखना भी न भूलना।

अगर सभी बच्चे अपने छोटे क्षेत्र के नक्शों और जानकारी की एक-दूसरे से तुलना करेंगे तो वे पूरे क्षेत्र और समूचे इलाके की विशेषताओं से भी परिचित हो जाएंगे।

छोटा क्षेत्र, बड़ा काम

मेरे छोटे बच्चों को सुंदर फूल वाले छोटे क्षेत्र चुनने और बाद में फूल तोड़ने में मजा आता है।

मेरे बच्चे तो छोटे क्षेत्र खुद बना लेते हैं। अगर वहां कोई फूल नहीं होते हैं तो वे उन्हें कहीं और से चुरा लाते हैं।

मेरे बच्चों ने गेहूं के खेत की मेंड़ के पास का छोटा क्षेत्र चुनकर उसका अध्ययन किया और उन्हें बेहद आश्चर्य हुआ। आप भी यह करके देखें!

मेरे नौ बरस के बच्चों को चीजों को अलग-अलग करके उनका वर्गीकरण अच्छा लगता है।

हमने पेड़-पौधों वाले तीन बड़े-बड़े क्षेत्रों का अध्ययन किया- एक जंगल में, दूसरी पहाड़ी के ऊपर की बंजर भूमि में, और तीसरा नहर के पास। हमने इन तीनों स्थानों की तुलना की। उसके बाद हमने सारी जानकारी और नक्शों को प्रार्थना सभा वाले कक्ष में चिपका दिया।

मेरी कक्षा के बच्चों ने एक वर्ष तक उसी एक ही छोटे क्षेत्र का निरीक्षण किया। हर मौसम में बच्चे अपने छोटे क्षेत्रों में जाते और निरीक्षण करते। कौन-सी चीजें बदलीं और कौन-सी स्थायी रहीं, इस जानकारी को उन्होंने अच्छी तरह से अपनी कापी में दर्ज किया है।

छोटे-छोटे क्षेत्रों की शृंखला आड़ी-तिरछी होती है। एक पंक्ति में नहीं होती।

हमारे शिक्षक ने हमें खरपतवार उखाड़ने के लिए एक-एक छोटा क्षेत्र दिया। उन्होंने कहा कि हम खर-पतवार को अपने पास रख सकते हैं।

जैविक क्षेत्र की तहें

एक ऐसे रोचक स्थान को ढूंढे जहां बहुत सारी हरियाली हो और बहुत पेड़-पौधे उगे हों।

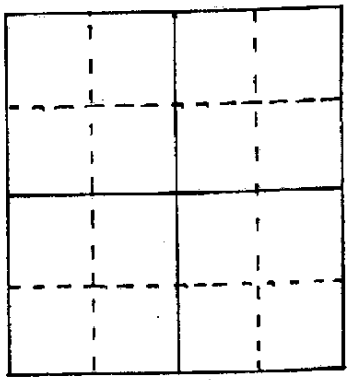
वहां एक 2 x 2 मीटर के छोटे क्षेत्रफल में खूंटे गाड़ें।

इसमें 10 से 15 बच्चे (छात्र-छात्राएं) तक काम कर सकते हैं।

छोटे समूह बनाकर काम को उनमें बांट दें। इस क्षेत्र का पांच अलग-अलग तहों का नक्शा बनाना है।

समूह 1 पैर के नीचे की चीजों का नक्शा बनाएगा।
समूह 2 एड़ी तक आने वाले क्षेत्र का नक्शा बनाएगा।
समूह 3 घुटनों के स्तर तक आने वाले क्षेत्र का नक्शा बनाएगा।
समूह 4 कंधे के स्तर का नक्शा बनाएगा।
समूह 5 आंखों के स्तर से ऊपर का नक्शा बनाएगा।

- जो कुछ भी आपको महत्त्वपूर्ण लगे उसे बड़ी सावधानी से नोट करें।
  सारी जानकारी को लिखें और एक मोटा खाका खींच लें।
- आप चाहें तो (और जरूरी समझें तो उस स्थान को उजाड़े बिना) कुछ नमूने भी इकट्ठा कर सकते हैं।
  सभी चीजों को कक्षा की मेज पर ले जाएं और दी गई
- अलग-अलग तह का नक्शा पूरा करें और उन पर संबंधित नमूने भी सजाएं।



इससे नक्शे को छोटे-छोटे हिस्सों में विभाजित करने में आसानी होगी।

जमीन की आड़ी-काट (ट्रांजेक्ट) पर कार्य करना

इस प्रकार का क्षेत्र आड़ी-काट जैसा होता है। इसका अर्थ बड़े क्षेत्रफल का समग्र अध्ययन करना है, न कि सरसरी निगाह से और न ही छोटे क्षेत्र जैसा सूक्ष्म अध्ययन करना है।

एक ऐसा रोचक जमीन का टुकड़ा चुनें जहां कुछ परिवर्तन के चिन्ह दिखाई देते हों।

उदाहरण के लिए

- बदलती हुई वनस्पतियां
- किसी बोये हुए खेत के किनारे की पट्टी
- किसी गड्ढे, दलदल, नाले, दीवार, तालाब के पास

(जिससे कि आप सामान्य रूप से ढलान या धूप अथवा छांव या नमी आदि के प्रभाव की तुलना कर सकें)

- जंगल का एक छोर

जिस क्षेत्र की आप जांच-पड़ताल करना चाहते हों उसे आप डोरी से बांध कर अलग कर दें। अपनी जांच को डोरी के दोनों ओर 20 सेमी. दूरी तक ही सीमित रखें।

शुरू में बच्चों के लिए, डोरी की जगह रंग-बिरंगे रिबन का उपयोग अच्छा रहेगा। मैं अकसर 20 से 40 सेमी. की दूरी पर दो समानांतर रिबन खींच कर तान देती हूं।

मैं डोरी में एक-एक मीटर पर गांठ लगा देता हूं। इनसे उस क्षेत्र के विशेष लक्षणों का सही और सूक्ष्म नक्शा बनाने में सहायता मिलती है।

ओह, उन्हें यह बहुत मुश्किल जान पड़ता है कि कतिपय रोचक तथ्यों को छोड़ दिया जाए जो 'सीमाओं से परे' है।

अब इस जांच का कठिन भाग

आड़ी-काट का उद्देश्य है बच्चों को सजीव एवं निर्जीव के अंतर्संबंधों और अन्य संबद्ध कारकों से परिचित करवाना। इससे संक्रमण एवं परिवर्तन की प्रकृति के बारे में भी बहुत कुछ पता चलेगा।

यह बात तो ठीक है, परंतु जरूरी चीजों को उन्हें सबसे पहले करना चाहिए। बच्चों को सबसे पहले सावधानीपूर्वक तथा उचित ढंग से उन सब कामों की जानकारी लिखनी चाहिए। उन्हें यह समझने में सहायता करनी चाहिए कि क्या चीजें जरूरी हैं।

इसके लिए नीचे दिए गए प्रश्न और सुझाव अवश्य सहायक होंगे।

एक सामान्य सवाल है जिससे कि बाकी सारे प्रश्नों की बारीकियां जुड़ी हैं। इस बात को हमेशा ध्यान में रखना चाहिए। यह सवाल है :

'जमीन के इस टुकड़े और उस पर आश्रित के मद्देनजर परिवर्तन, भेद-भाव, घटना—'ये मुझे क्या कहती हैं ?''

इन प्रश्नों के उत्तर ढूंढ़ते रहें

-यहां क्या उगता है ? कौन रहता है?

-ये कैसे उगते हैं? गांठों में ? गुच्छों में ? आरोही ?वल्लरी ?
विसर्पी ? विस्तारी ?
.. या मजबूती से खुद खड़े होने वाले ? एकल ?
या एक साथ कई सारे ? गुच्छों में ? गड्ढों में ?

- एक प्रकार के कितने पौधे हैं?
- अलग-अलग प्रकार के कितने पौधे हैं?

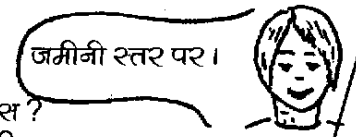
नोटः एक प्रकार के पौधों को एक प्रजाति कहा जाता है।

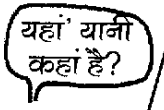
अगर आप उन्हें गिन न पाएं तो चिंता की कोई बात नहीं। आप उनका वर्णन 'कई', 'बहुत' या 'अधिकांश' से कर सकते हैं।

- क्या एक प्रजाति के पौधे समान ऊंचाई अथवा समान रंग के हैं ?
- वे सब के सब कहां उगते हैं ?
- आपको क्या कहीं कुछ परिवर्तन नजर आ रहा है– यथा वनस्पतियों में, मिट्टी में भी ? रंग, संरचना तथा बनावट में ? मिट्टी की मिलावट में ? बुनावट में ?
- वे कौन सी अन्य चीजें वनस्पतियों की वृद्धि में सहायक हैं या बाधा डालती हैं?
*कचरा ?
*पत्थर, रोड़े?
*आते-जाते लोग?
*पानी ?
*आग ?
*कर्तन या कटाई ?

क्या जमीन का टुकड़ा
*उत्तर की ओर है ?
*दक्षिण ?
*पूर्व ? पश्चिम ?
*समुद्र के पास है ?
*पहाड़ के पास है ?

यहां कितनी गर्मी (या ठंड) है?
कितना गीलापन
कितनी आर्द्रता
कितनी नमी है यहां ?
कितना पानी है आसपास ?
जगह कितनी खुली है ?
कितनी हरी-भरी ?
कितनी धूप?
कितनी छायादार?
कितनी हवादार?





कितना बड़ा क्षेत्र छेड़-छाड़ से अछूता था? कितने पर लोग चलते थे?या कितना क्षेत्र सपाट हो गया था?कितना कुचल दिया गया था,कितना उजाड़ दिया गया था, चट कर लिया गया था?

पौधे किस प्रकार 'चलते' हैं?
ऊपर?पार्श्व
में? चक्कर लगाते
हुए?क्या हर गांठ से जड़
निकलती है?

यह न भूलें : पेड़ भी पौधे ही हैं। और पेड़ों पर उगी एरुगी भी एक प्रकार का पौधा ही है। इसी प्रकार मॉस, लिवरवर्ट, कुकुरमुत्ते, फफूंद, लाईकेन आदि भी पौधे ही हैं।

क्या आपको मिट्टी के नीचे कुछ कंद या प्रकंद मिले?क्या पौधों में कुछ फल या बीज लगे हुए दिखाई दिए?

क्या कुछ और प्राणी आसपास रहते हैं?क्या वे चल रहे हैं, रेंग रहे हैं, खोद रहे हैं, छेद कर रहे हैं, चिपके हैं या लटके हैं?

वह कौन-सी चीज है जो चलती है, बैठती है, खाती है, थूकती है, चबाती है, मल का त्याग करती है, बाल झाड़ती है, खाल बदलती है, और चलते वक्त मिट्टी पर अपने निशान छोड़ जाती है?

याद रखें :

ये प्रश्न केवल आपकी मदद के लिए हैं, जिससे कि आप अधिक गहराई तक देख सकें। आप हर जगह पर हरेक चीज की नाप-तोल नहीं कर सकते हैं।

जहां कहीं आपको ठीक जंचे वहां आप जानकारी और तथ्य एकत्र करें। एक आड़ी-काट को परत के तथ्यों की दूसरी परत से तुलना करें या ऊपरी भाग की निचले भाग से जमीन के 5 सेमी. नीचे और ऊपर दोनों का तापमान नापें।

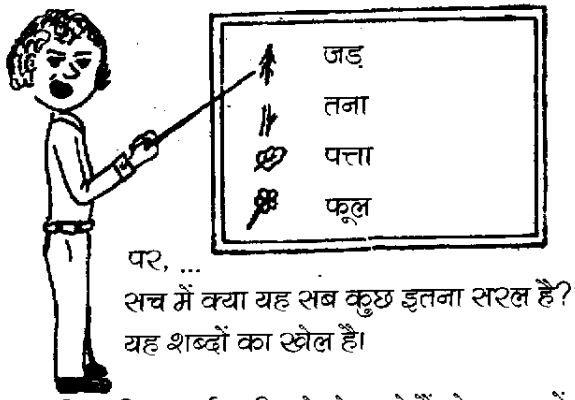
भूमि के ऊपर और दो पौधों के बीच आपेक्षिक आर्द्रता को नापें। मिट्टी का रंग दिखाने के लिए आप थोड़ी-सी मिट्टी को अपने नक्शे पर भी सही स्थान पर चिपका सकते हैं।

मिट्टी की संरचना दर्शाने के लिए आप सेलो-टेप के नीचे थोड़ी-सी मिट्टी चिपका सकते हैं, या फिर थोड़ी-सी मिट्टी के नमूने को एक छोटी प्लास्टिक की थैली में बंद करके उसे नक्शे के सही स्थान पर चिपका सकते हैं।

किसी आड़ी-काट का नक्शा बनाने के लिए कागज की एक लंबी पट्टी का प्रयोग कर किसी सुविधाजनक पैमाने का प्रयोग कर मीटर (गांठों) को अंकित करें। इस प्रकार आप स्थान और आकार के बीच सही संबंध रख सकते हैं।

आपने जो भी जानकारी और नमूने (चित्र, नमूने, वर्णन, सेलो-टेप पर चिपकी मिट्टी आदि) इकट्ठे किए हैं उन्हें सावधानी से सही नक्शे (एक नजर में देखने के लिए) पर सजाएं अथवा अनुदैर्ध्य काट (पार्श्व) दर्शाएं।

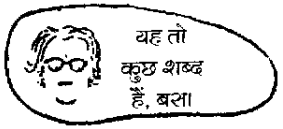
छोटे-छोटे पौधे किन चीजों के बने होते हैं?



पर, ...
सच में क्या यह सब कुछ इतना सरल है? क्या यह शब्दों का खेल है।

जब आप इस छोटी-सी, रटी-रटाई सूची को दोहराते हैं तो असल में आप कितना समझते हैं?

चलो, चलकर पेड़ / पौधों से ही पूछें कि...



वे हमें क्या बता सकते हैं?

क्या हमें हरेक पौधा खुद अपनी कहानी नहीं सुना सकता?

आप जिन पौधों के पास जाएं उनकी रचना आप बहुत ध्यान से देखें। किस तरह उनके आकार और कार्य में संबंध है।

आकार और कार्य

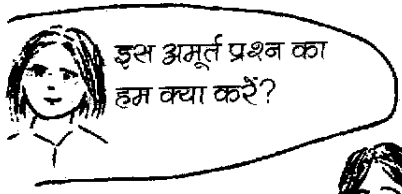
किसी चीज का आकार उसके कार्य और उपयोगिता के बारे में क्या बताता है?
पौधों और उनके अलग-अलग भागों की जांच करते समय निम्न प्रकार के प्रश्नों को ध्यान में रखें।

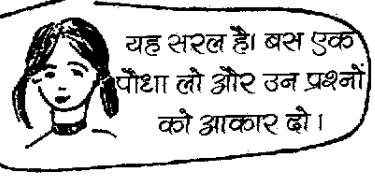
- वे देखने में कैसे लगते हैं? ये किससे मिलते-जुलते हैं (यदि हां तो)?
- उनके अलग-अलग भाग आपस में कैसे जुड़े हैं? वे कैसे चिपके हैं? दूरी और कोण?
- पौधे किन तत्त्वों के बने हैं? लकड़ी? रेशे? खाद्य हरा भाग? रंगीन भाग खासकर

पौधों के अलग-अलग अंग के बारे में यह प्रश्न पूछें?

- इसका क्या काम हो सकता है? - यह क्या काम करता है इसकी क्या उपयोगिता है?
- क्या यही इसका काम है?...आप ऐसा क्यों सोचते हैं?
- क्या आप इसकी पुष्टि कर सकते हैं? कैसे?
- क्या इसका काम अलग हो सकता है?
- क्या उनके विभिन्न रूप हैं?
- क्या उनका कार्य एक समान है?
- क्या उनके आकार एक समान हैं?

क्या उनके कार्य भिन्न हैं?





इसको करने के कई तरीके हैं। इसे क्रियाओं और गतिविधियों द्वारा करने के दो तरीके आगे सुझाए गए हैं।

1 : पूछें और तुलना करें -

बाहर जाएं और तीन से लेकर पांच सामान्य पौधे लाएं। उन्हें सावधानी से उखाड़ें। फिर उन्हें धोकर, झाड़कर एक-दूसरे के पास रखें।

उनमें समानताएं देखें (और अंतर भी)

आकार में,
रचना में,
उनके जोड़ों में,
संबद्धता में?
उनके रंगों में?
लंबाई में?
मोटाई में?
अनुप्रस्थ काट में?
परिधि में?
मजबूती में?
पानी की मात्रा में
विन्यास में?

हमें पौधों की जड़ें नहीं काटनी चाहिए।

हैंडलेस का उपयोग करें और विस्तार से विवरण लिखें :

क्या आपने कांटें देखे?

वे कहां दिखे?	रेशा ?
वे किस प्रकार जुड़े हैं?	कांटा ?
उनका क्या काम और उपयोग हो सकता है?	रोम ?
आप कितने ढूंढ सकते हैं?	फाइबर ?
क्या आप उन्हें गिन सकते हैं?	बेल?
आप और क्या-क्या ढूंढ सकते हैं?	पपड़ी?
	फोड़े?
	धारियां?
	छेद?
	गड्ढे?
	वलय?
	गांठें?
	मोम?
	तेल?
	चिपचिपापन?
	चोट के निशान?
	हुक?
	विन्यास?
	धब्बे?

- किस जगह पर जड़ें ऊपर आकर तना बन जाती हैं?
- पत्ती वृंत के साथ किस तरह जुड़ी है और वृंत तने के साथ किस प्रकार जुड़ी है?
- तने में से शाखाएं और टहनियां किस प्रकार निकल रही हैं?
- फूल कहां पर और किस प्रकार लगे हैं?
- अलग-अलग अंगों की अनुप्रस्थ काट किस आकार की है :
  - डंठल की?
  - जड़ों की?
  - तने की?
  - पत्तियों की?
- आपको एक पौधे में कुल कितने रंग दिखाई दिए?

2 : हर पौधा कुछ न कुछ बनना चाहता है

हर पौधे में निम्न क्षमताएं होती हैं :

अंकुरित होने की,
बढ़ने की,
उगने की,
प्रजनन की।

परंतु... कोई भी पौधा अकेले नहीं रहता। हर जगह जीवित रहने के लिए संघर्ष चलता रहता है।

पनपने, जिंदा रहने और प्रजनन के बारे में पौधा स्वयं क्या कहता है ?

पूरा पौधा या उसके प्रत्येक अंग की संरचना और आकार जिंदा रहने हेतु पौधे की गतिविधियों की कहानी सुनाता है।

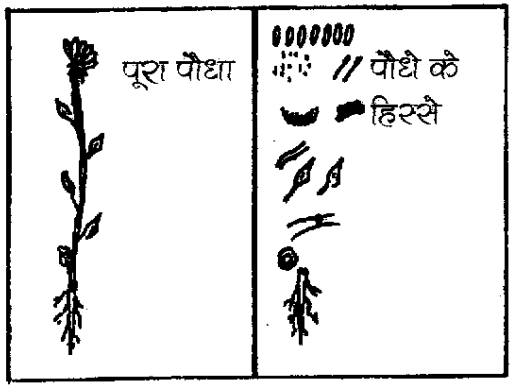
इस कहानी से आप क्या सीख लेते हैं?
--- या इसे अपने लिए कैसे बोधगम्य बना लेते हैं?
इसके लिए एक ही प्रजाति के दो समूचे पौधे लाएं।

फिर इस प्रकार की सारणी बनाएं :

बायीं ओर :
पूरा पौधा अपने बारे में क्या बताता है?

दायीं ओर :
पौधे के हर हिस्से की इस कहानी में क्या भूमिका है?
या हरेक हिस्सा अपने बारे में क्या बताता है?

इस गतिविधि को अन्य किसी प्रजाति के पौधों के साथ भी दोहराएं।



अगर बच्चे विभिन्न प्रजातियों के पौधे इस्तेमाल कर रहे हैं तो वे अपने काम को इस तरह सजा सकते हैं जिससे कई पौधे अपनी कहानी सुना सकें। बाद में बच्चे उनकी तुलना कर सकते हैं।

पौधों से संबंधित शब्द

बच्चों के लिए यह अच्छा रहेगा कि वे पौधों से संबंधित कुछ शब्द और नाम एकत्र करें और उनके अर्थ और उपयोग से अच्छी तरह परिचित हो जाएं। इससे वे :

(क) पौधों के जीवविज्ञान को ठीक ढंग से समझ पाएंगे।

(ख) महत्त्वपूर्ण विवरणों को अच्छी तरह याद रख सकेंगे।

(ग) जरूरत पड़ने पर अलग-अलग प्रजातियों या प्रकारों में अंतर समझ पाएंगे।

(घ) अपनी बात अच्छी तरह से कह सकेंगे।

क्रियात्मक शब्द

-काटना, उगाना,
-सिलना,
-खिलना
-कली...

चीजों के बारे में कुछ शब्द :

- सरस फल • कली,
- खिलना • कक्षीय
- बेल • वृंत

कुछ शब्द नाम :

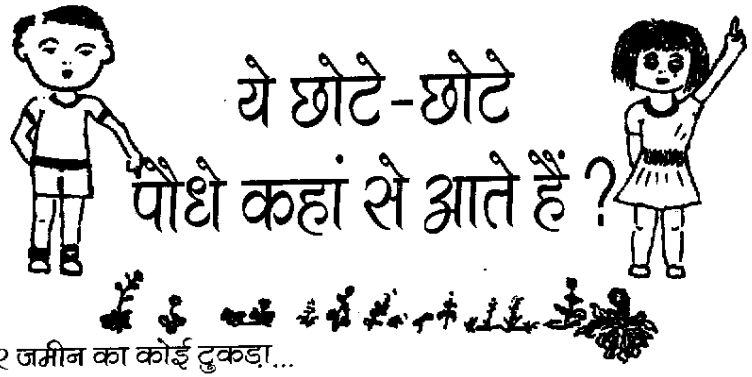
मॉस, फर्न, घास, फली, पंखुड़ी, झाड़ी

पौधों के नाम :

गोखरु, ट्यूलिप, पार्सनिप अथवा कैपसिला
बुर्सा
पैस्टोरिस आदि

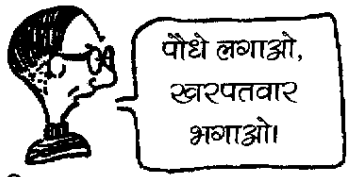
ध्यान रखें!

पौधे हमेशा ही महत्त्वपूर्ण थे और वे आज भी महत्त्वपूर्ण हैं, जबकि शब्द केवल बातचीत का एक माध्यम है।



ये छोटे-छोटे पौधे कहां से आते हैं ?

बंजर जमीन का कोई टुकड़ा...
कोई भी खुदी हुई फूलों की क्यारी....
कोई भी बाग जहां पर हाल ही में खरपतवार निकाली गई हो....
जल्दी ही इन छोटे-छोटे पौधों से भर जाता है और तब सभी ओर खरपतवार ही नजर आती है।



यह सचमुच एक मजेदार समस्या है?

- अपने पास-पड़ोस में जाकर पौधे खोजें। एक ही किस्म के पौधे आपको किस स्थान पर मिले?
- क्या कभी आपने किसी 'पैतृक पेड़' के पास उसके साथ-साथ संतति 'छोटे पौधों' को भी उगते देखा है?
- नवोदितों के साथ-साथ आप जमीन में फैलने वाले पौधों को भी खोजें। इसके लिए नए पौधों के आसपास सावधानी से खुदाई करें।
- एक मुट्ठी मिट्टी लें और उसका निरीक्षण करें। क्या आपको उसमें कुछ छोटे-छोटे बीज दिखाई दिए? या छोटी-छोटी गांठें दिखीं? हां! कितनी?

अगर नहीं, तो फिर एक मुट्ठी मिट्टी लें और उसे एक बर्तन में डालें। उसमें थोड़ी गर्मी और नमी बनाए रखें। उसे ढंक कर रखें अथवा किसी प्लास्टिक की थैली में रखें। कुछ दिनों बाद देखें कि उसमें क्या हो रहा है। फिर उस स्थान पर वापस जाएं जहां से आप मिट्टी लाए थे और उसे ध्यान से देखें।

रहस्यमयी बीज

किसी खेत में चलने के बाद अपने जूते या चप्पल के नीचे लगी मिट्टी को खुरचें।

या फिर किसी पायदान से मिट्टी का थोड़ा-सा नमूना इकट्ठा करें।

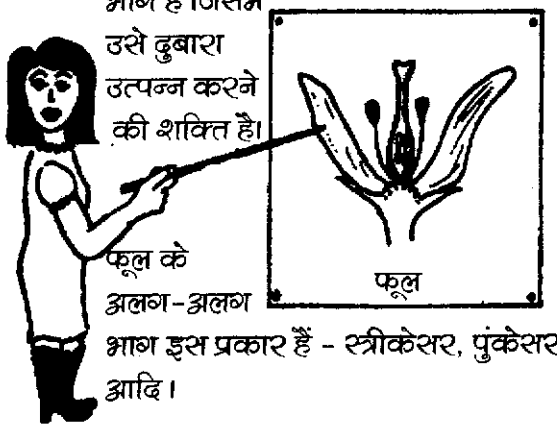
पैर पोंछें

एक पुराने डिब्बे या कुल्हड़ में कुछ साधारण मिट्टी लें और उसके ऊपर अपने नमूने वाली मिट्टी को छिड़क दें। मिट्टी पर थोड़ा-सा पानी भी छिड़कें। उसे गर्म रखें और उसकी नमी को बनाए रखें। उसके बाद कुछ दिनों तक धैर्यपूर्वक इंतजार करें। फिर आपको उसमें से शायद कुछ उगता हुआ दिखाई पड़े।

तब आप शायद बाहर जाकर उससे एकदम मिलता-जुलता कोई पौधा ढूंढ़ पाएं और उसके बीज भी खोज पाएं... (अगर आप उन्हें खोज पाएं, तब!)

खिलना क्या है? मंजर क्या है?

बच्चो, फूल पौधे का वह भाग है जिसमें उसे दुबारा उत्पन्न करने की शक्ति है।



यह भाषा शायद कुछ उपयोगी हो पर, 'क्या फूल सच में होते हैं ?' यह प्रत्यक्ष रूप से बाग में ही जाकर देखें।

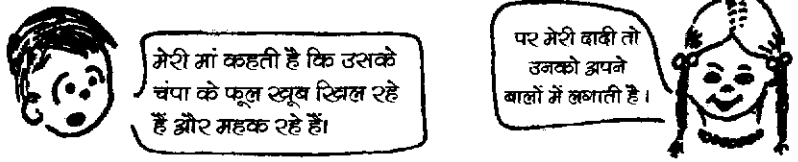
फूल के अलग-अलग भाग इस प्रकार हैं - स्त्रीकेसर, पुंकेसर, अंखुड़ी, पंखुड़ी आदि, आदि।

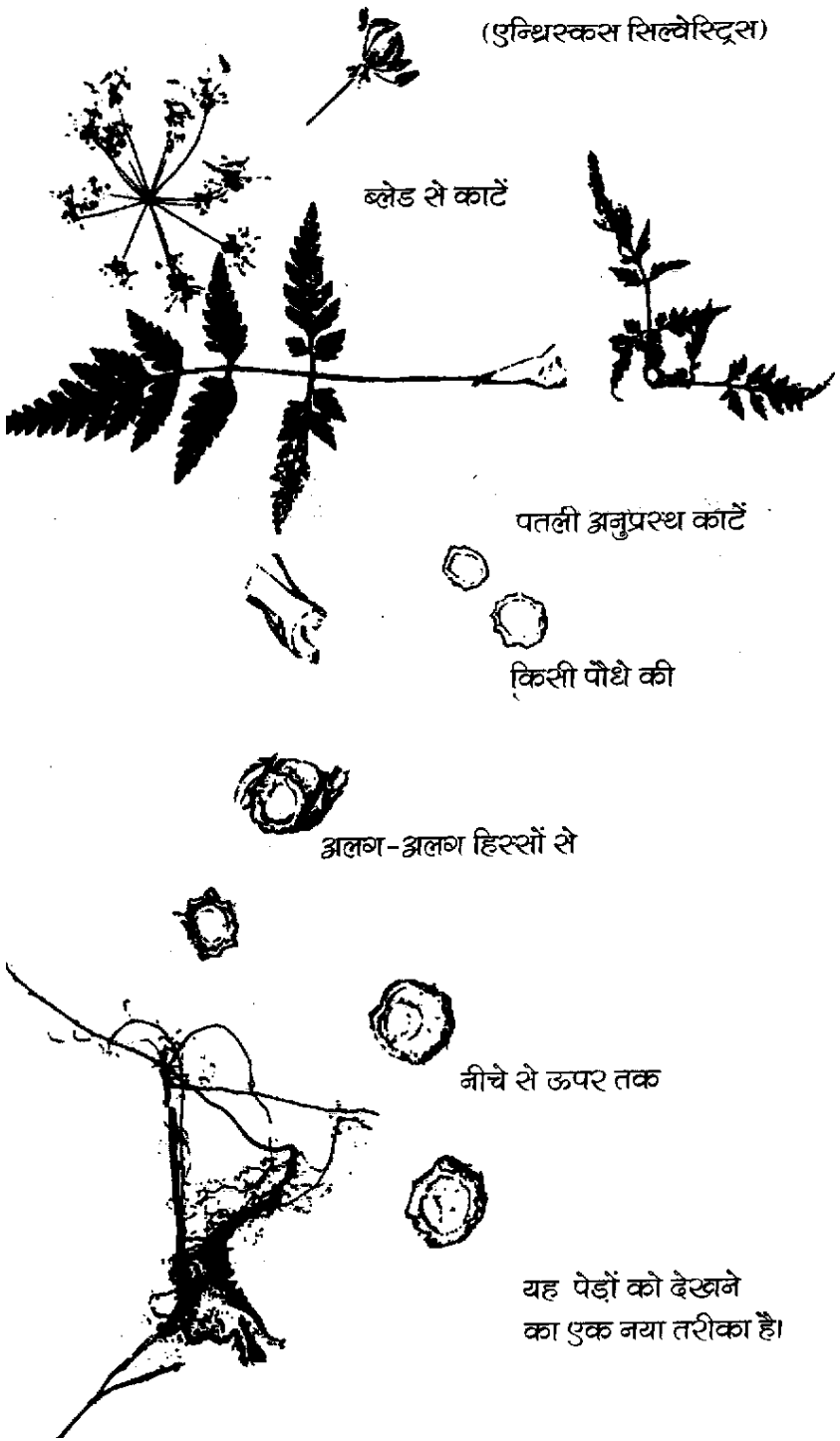
अलग-अलग किस्म के फूल और कलियां इकट्ठी करें। हरेक फूल में उन हिस्सों की पहचान करें जिनका कार्य एक समान है।

पंखुड़ी	अंखुड़ी	स्त्रीकेसर	पुंकेसर	अंडाशय

अपने कागज (चार्टशीट) को इस तरह बांटें कि आप उस पर फूल के एक-जैसे हिस्सों को एक ओर चिपका सकें और उनका चित्र बना सकें।

जब आवश्यकता हो तो बच्चों को सही शब्दावली सुझा कर उनकी मदद करें। पिन, हैंड-लेंस और ब्लेड का भी उचित उपयोग करें। छोटे फूल भी फूल हैं।





पौधों का वर्गीकरण

ध्यान रहे : यह देखने और सोचने की गतिविधि है, इसमें परिणाम इतना महत्त्वपूर्ण नहीं है।

बच्चों ने किस प्रकार पौधों का वर्गीकरण किया इस विषय पर उनसे खूब चर्चा तर्क-वितर्क करें क्योंकि उनका चयन, नीचे दिए प्रश्नों के उत्तरों पर आधारित होना चाहिए : अलग-अलग वर्गों में बांटने का आधार क्या था? किसी वर्ग के पौधों में क्या समानता थी?

इसके लिए प्रत्येक वर्ग के मुख्य-मुख्य लक्षणों को एक कार्ड पर लिखा जा सकता है और इस कार्ड को लेबल की तरह अलग-अलग पौधों के समूहों पर लगाया जा सकता है। इसके लिए अगला पेज देखें।

इसके लिए आपको बहुत सारे पौधों की आवश्यकता होगी ...
किसी बाग या क्यारी से पौधे उखाड़ने और उस जगह को उजाड़ने से पहले एक ऐसी जगह को तलाशें जहां बहुत सारे पौधे उग रहे हों। आप वहां से पौधे इकट्ठे कर सकते हैं। इस काम के लिए पांच-पांच बच्चों की टोलियां बनाने दें। पहले हरेक बच्चा पांच अलग किस्म के पौधे (इसमें घास भी शामिल हैं) इकट्ठा करे। इस प्रकार प्रत्येक टोली के पास काम करने के लिए 25 अलग-अलग किस्म के पौधे होंगे जो कि काफी है।

1. पहले सभी पौधों को <u>दो समूहों में</u> बांटें।
- आपने इसे किस आधार पर किया?
- एक समूह के पौधों में क्या समानता थी?
- क्या ये लक्षण दूसरे समूह में नहीं थे?
- संक्षेप में दोनों समूहों के विशेष लक्षणों का वर्णन करें?

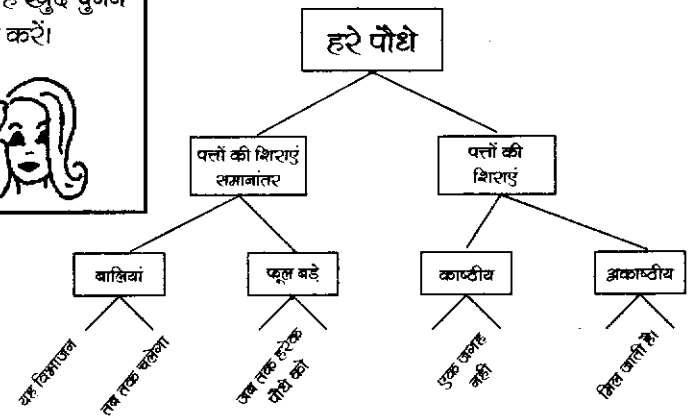
2. इन दोनों समूहों को फिर दो उपसमूहों में बांटें।
3. अब इन चार समूहों को फिर दो समूहों में बांटें।
4. फिर बांटें...
5. और फिर बांटें...

तब तक बांटते रहें जब तक कि आप उस समूह को आगे और नहीं बांट पाएं—शायद उसमें केवल एक ही पौधा बचा हो।

कुंजी

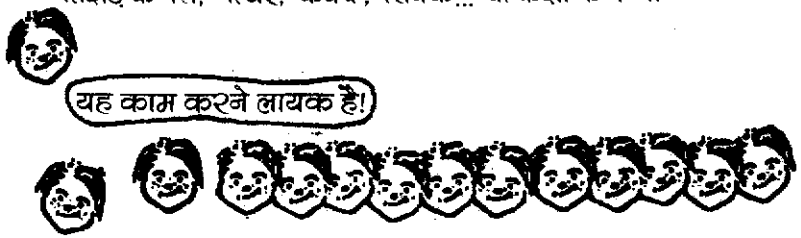
बच्चों के लिए शुरू में पौधों के विशिष्ट लक्षणों को पहचान पाना कठिन होगा। उनके साथ बातचीत करें, चर्चा करें... और उन्हें खुद चुनने में मदद करें।

अगर बच्चे अपने इकट्ठे किए हुए पौधों को हां/न के अलग-अलग समूहों और उपसमूहों में बांटते हैं और प्रत्येक समूह पर एक लेबल चिपकाते हैं, तो उन्हें इस प्रकार का एक नमूना मिलेगा।



ये सारी चीजें 'उपयुक्त' ढंग से कर लेने पर आपके पास एक समान युक्ति आ जानी चाहिए जिससे आप अपने संग्रह के पौधों को 'पहचान' सकें।

इसी प्रकार आप अलग-अलग चीजों की पहचान की एक कुंजी बना सकते हैं : पतझड़ के पत्ते, पत्थर, कवच, सिक्के... या कक्षा के बच्चे।



छोटे-छोटे जीव और पर्यावरण

वैसे तो 'पर्यावरण' की समझ कठिन है परंतु बच्चों के दिमाग में उसका बीज तो अंकुरित हो ही चुका है। इस बीज को पनपने में काफी समय लगेगा और इसके लिए अनेक अनुभवों का भी सहारा लेना पड़ेगा। इसे शब्दों में समझाने का प्रयास न करें। जीवित प्राणियों एवं उनके आसपास की वस्तुओं में परस्पर संबंध ही पर्यावरण का मुख्य आधार है :

- मिट्टी
- नमी
- आर्द्रता
- तापमान
- वायु
- मौसम
  - जलवायु
  - बादल
  - वर्षा
  - धूप
- भूमि तथा भूजल की स्थिति
- वर्तमान भौतिक लक्षण
- भूविज्ञान
- और सभी सजीव/मृत चीजें।

सच तो यह है कि जब कभी भी बच्चे छोटे-छोटे जीवों का निरीक्षण करते हैं तो वे स्वतः ही उन जीवों के परिवेश का भी अध्ययन करते हैं। जैसे :

- वह कहां रहता है?
- वहां किस प्रकार की परिस्थितियां हैं?
- वहां अंधेरा है या उजाला है?
- ठंड है या गर्मी ?
- नमी है या सूखा है?
- छोटा जीव चलता है या उड़ता है?
- वह कहां बैठता है या कैसे लेटता है?
- वह कैसे गड्ढा खोदता है? छेद करता है? घर बनाता है?
- क्या आपने उसे खाते हुए देखा है? क्या? कैसे?
- क्या वह वहीं रहता था जहां आपने उसे देखा था?
- क्या वह वहीं बड़ा हुआ है?

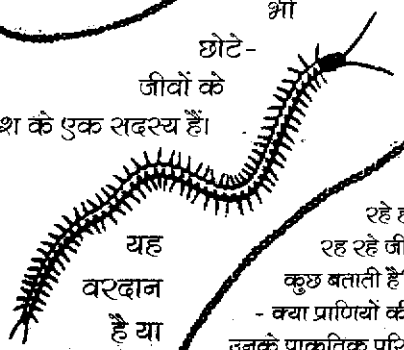
अगर आप एक छोटे जीव को पालना चाहते हैं तो क्या आप उसके लिए एक अच्छा-सा घर बना सकते हैं?

पर्यावरण में छोटे जीवों से संबद्ध कुछ और प्रश्न

क्या एक किस्म के छोटे जीव अलग-अलग स्थानों पर रह कर भी फलते-फूलते हैं? उदाहरण के लिए फूलों की क्यारी, रेलवे-लाइन के आसपास, खेत, सड़क के किनारे, बाग, पहाड़ी के ऊपर, गड्ढे, जंगल, नाली, ताल आदि में? अलग-अलग स्थानों पर क्या एक-समान जीव मिलेंगे? या अलग-अलग स्थानों की क्या विशेषताएं हैं जहां :

(क) एक प्रकार के छोटे जीव रहते हों?

(ख) अलग-अलग किस्म के छोटे जीव रहते हों ? वह स्थान सूखा है या नम या गीला ? अंधेरा है या उजाला ? ठंडा? गर्म ? बहुत हरियाली है ?खुला है ?बाड़ से बंद है ?बंजर है ? गीला तो कितना, गीला है ? गर्म तो कितना गर्म है ? कितना उजाला है ? आप इन सबको कैसे ज्ञात करेंगे ? – क्या एक-जैसे समानता होती सांस लेने के अंग, परिवेश में रहने वाले जीवों में कोई है?रंग?आकार?आंखें, त्वचा, पैर? – क्या छोटे जीव भी पर्यावरण के साथ-साथ बदलते हैं?कैसे?जब हम स्वयं उनका पर्यावरण बदलते हैं तो वे क्या करते हैं?



आप भी छोटे-जीवों के परिवेश के एक सदस्य हैं।

यह वरदान है या अभिशाप है?

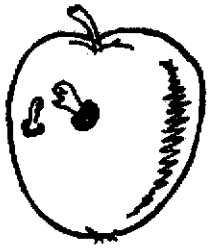
– जिस स्थान पर छोटे प्राणी रह रहे हों क्या वह जगह आपको वहां रह रहे जीवों के बारे में कुछ बताती है?

– क्या प्राणियों की संरचना आपको उनके प्राकृतिक परिवेश के बारे में कुछ बताती है?

– अपने किन लक्षणों के कारण छोटे प्राणी किसी स्थान पर पाए जाते हैं?

– उस स्थान की वह क्या खास बात है जिसके कारण वहां छोटे-जीवों का जिंदा रहना आसान हो जाता है?

'देखो मॉं, हमारा परिवेश हमारे लिए एकदम उपयुक्त है।'



'परंतु रोम के क्लब ने हमें आगाह किया है कि हम अपने परिवेश को खाकर खत्म न करें!'

वे अकेले रहते हैं या जोड़ियों में?छोटे समूहों में? बड़े समूहों में? कौन किसको खाता है?

ध्यान दें:

बच्चों द्वारा किए गए निरीक्षण और इकट्ठी की गई जानकारी हमेशा उपयोगी होती है।

परंतु उनका अर्थ निकालते समय उन्हें थोड़ी सावधानी बरतनी चाहिए। यह बात शिक्षकों के लिए भी उतनी ही सही है और स्कूली पाठ्यक्रम के लिए तो खास तौर पर।

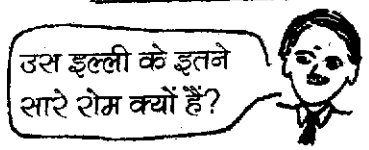
उदाहरण के लिए—जानवरों का व्यवहार, उनका कार्य और आकार, संबंधों आदि पर लोग जल्द ही किसी निर्णय पर पहुंच जाते हैं या फिर समीक्षा किए बिना ही उन्हें स्वीकार लेते हैं।

जानवरों के व्यवहार के 'क्यों' और 'कैसे' प्रश्नों को अकसर उनके उस परिवेश से जोड़ा जा सकता है जिसमें वे जिंदा हैं, पर इससे अधिक नहीं।

किसी भी बात को बिना सबूतों के नहीं स्वीकारा जा सकता है। फिर भी बच्चे अपने निरीक्षणों के बारे में बातचीत करें और उनकी संभावित व्याख्याओं पर चर्चा करें। 'मेरी राय में ... यह ऐसा हो सकता है', जैसे अनुमान लगाना ठीक है क्योंकि अकसर इनका अगला चरण होता है 'आओ चलें, और अपनी धारणाओं की पुष्टि करके देखें।'

बच्चों की सहायता करें ताकि वे जो भी मतलब निकालें या व्याख्या करें, वे उनके अपने अवलोकनों पर आधारित हों।

बच्चों से ऐसे प्रश्न पूछें जिनका वे उत्तर दे सकें। इसी प्रकार बच्चों के ज्ञान को आगे बढ़ाएं।

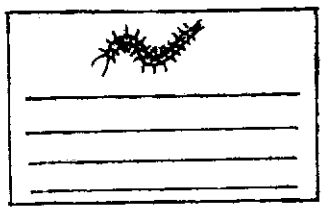


यह एक खराब सवाल का अच्छा उदाहरण है। इस प्रश्न का कोई उत्तर ही नहीं है। अच्छे प्रश्न के लिए 'करो' और 'देखो' जैसे शब्द इस्तेमाल करें।

तुम क्या सोचते हो

– शतपाद के सौ पैर क्यों होते हैं ?

नीचे शतपाद पर एक अच्छा प्रश्न लिखें।



इल्ली अपने रोमों से क्या करती है ?उसके रोम मुलायम हैं या कठोर हैं?

अध्याय 16

बच्चे, दर्पण और प्रतिबिंब

परिचय

दर्पण में कुछ ऐसा जादू है कि उसके साथ खेलने और काम करने में बड़ा आनंद आता है। वैसे जादू और विज्ञान एक-दूसरे के विपरीत होते हैं, परंतु शायद बच्चों को ऐसा नहीं लगता है। दर्पणों में छिपा चमत्कार शायद बच्चों को परी कथा का आनंद दे और उन्हें वस्तुतः विज्ञान सीखने के लिए भी प्रेरित करे। परी कथाओं वाला आईना वास्तविक दुनिया में नहीं मिलता है। प्रत्येक बच्चे को यह मालूम होता है। परंतु साधारण दर्पण तो मिलते हैं और उनका काम बच्चों की कौतुहल जगाता है। दर्पण के सामने रखी एक वस्तु अचानक दो में बदल जाती है। उसमें आप अपना चेहरा देख सकते हैं। उसमें शब्दों के प्रतिबिंब उल्टे दिखते हैं—बायां हाथ दायां मालूम पड़ता है और दायां, बायां लगता है। दर्पण से आप सूरज की रोशनी को छत पर छिटका सकते हैं और दो समानांतर दर्पणों के बीच रखी वस्तु के अनगिनत प्रतिबिंब देख सकते हैं।

दर्पण महंगे नहीं होते और लगभग सभी जगह आसानी से मिल जाते हैं। बच्चे उन्हें घर से मांग कर ला सकते हैं। किसी भी कांच की एक सतह को काला करके एक कामचलाऊ दर्पण बनाया जा सकता है—भले ही वह एक आदर्श दर्पण न हो। कोई भी चमकदार, चिकनी सतह एक दर्पण का काम करती है। असल में कई साधारण चमकदार चीजों के आकार जैसे थाली, पहिए का हब या रिम, चम्मच, क्रिसमस के सजावटी सामान जैसी वस्तुओं में प्रतिबिंब बड़े अजीबो-गरीब लगते हैं और यही समस्या को और चुनौतीपूर्ण बना देते हैं।

इस अध्याय की गतिविधियों के लिए बच्चों को कोई बहुत लंबी-चौड़ी भूमिका की आवश्यकता नहीं है। बस उन्हें दर्पण दें और खोजबीन के काम में उनकी मदद करें। इस अध्याय का परिणाम पूरी तरह से बच्चों द्वारा दर्पण और अन्य चीजों के उपयोग पर निर्भर करेगा। स्वयं अपने प्रयोगों और अनुभवों से बच्चे दर्पणों के बारे में काफी जानकारी हासिल कर लेंगे।

जैसे ही बच्चों के हाथों में दर्पण आते हैं वे तुरंत अपनी खोजबीन चालू कर देते हैं। कुछ देर उन्हें स्वतंत्र खोजबीन करने दें—दर्पण के साथ उनकी अच्छी जान-पहचान होने दें। इससे बच्चों के दिमाग में कुछ प्रश्न उठेंगे। वे क्या जानना चाहेंगे, इसे वे समझेंगे और खुद प्रयोग करके सीखेंगे। परंतु स्वछंद खेल-कूद और वैज्ञानिक खोजबीन में काफी अंतर है। शिक्षक की भूमिका एक ऐसा वातावरण बनाना है जिससे कि नियमित तरीके से बच्चे कुछ प्रामाणिक खोजबीन कर

सकें। बच्चों की रुचियों के अनुसार ही शिक्षक कार्यक्रम को दिशा दें। कभी-कभी बच्चे अपने काम को रोक कर खोज और शोध से उपजी नई दिशाओं के बारे में भी चर्चा करें। कभी-कभी बच्चों को अकेले, या समूह में चुनौती के रूप में एक समस्या दें। इसके लिए प्रश्नों को या तो मौखिक या फिर लिखित रूप में पूछें। बच्चों के काम को संगठित कर एक ढांचा दें। इससे उनका काम अधिक वैज्ञानिक होता जाएगा।

इस अध्याय में बच्चों की कई गतिविधियां सुझाई गई हैं जिनके द्वारा वे दर्पणों के गुणधर्मों को खोज सकते हैं और प्रकाश पर उनके प्रभाव को समझ सकते हैं। कई पृष्ठों (खासकर 220 से 226) की नकल की जा सकती है या उन्हें फोटोकापी करके वर्क-शीट्स के रूप में बच्चों को दिया जा सकता है। इनमें कुछ समस्याएं सुझाई गई हैं और एक या दो दर्पणों से उनका हल खोजने के सुझाव भी दिए गए हैं।

बच्चों के लिए ऐसी गतिविधियां शिक्षक के लिए एक अच्छा संसाधन है। इनमें अलग-अलग विचार और क्रियाएं सुझाई गई हैं परंतु उनको उचित समय पर, बच्चों के अनुरूप ढालना शिक्षक का काम है। वर्कशीट्स का कब और कैसे इस्तेमाल हो, उनमें किस प्रकार के संशोधन किए जाएं--यह सब बातें शिक्षक के निर्णय पर ही निर्भर करेंगी। वर्कशीट्स शिक्षक के काम को आसान बनाने के लिए हैं। जो शिक्षक गतिविधियों के साथ प्रभावशाली ढंग से सिखाने की जिम्मेदारी लेता है उसके हाथ में वर्कशीट्स एक उपयोगी हथियार है। जो 'आकृति कार्ड' और 'नमूनों के कार्ड' पृष्ठ 228-229 पर दिखाए गए हैं उन्हें शिक्षक को स्वयं बनाना चाहिए। उसके बाद उन्हें समस्याएं सुलझाने के लिए बच्चों को दिया जा सकता है । इन कार्डों को बनाना शिक्षकों के प्रशिक्षण के लिए एक बहुत अच्छी गतिविधि है। इन कार्डों को बनाने में कोई बड़ी तकनीकी समस्या सामने नहीं आएगी। जो चित्रकला में बहुत पारंगत नहीं हैं वे सरल चित्र बना सकते हैं अथवा स्टेंसिल या चिपकने वाले स्टिकर्स का उपयोग कर सकते हैं। यह काम कठिन नहीं है और इसे कोई भी व्यक्ति आसानी से कर सकता है। दो मेल खाते चित्रों को बनाने के साथ-साथ आपको 'सरल' और 'कठिन' कार्ड के सेट भी बनाने पड़ेंगे, जिससे कि बच्चे की क्षमता के अनुसार उसे कार्ड दिए जा सकें। क्या आप इसमें कुछ ऐसी समस्याएं भी जोड़ना चाहेंगे जो न केवल कठिन हों परंतु 'असंभव' हों (जैसे कि पृष्ठ 229 के बायीं ओर दिया गया उदाहरण)? अच्छा हो अगर प्रयोगों के दौरान बच्चे इस बात का भी अनुभव करें कि दर्पणों की दुनिया में कुछ चीजों को करना नितांत असंभव है। जादुई होने के बावजूद दर्पण भौतिक नियमों का पालन करते हैं। कुछ असंभव आकृतियां या नमूने के कार्ड बच्चों में एक जीवंत चर्चा का विषय भी बन सकते हैं और उनके द्वारा काम की समीक्षा भी की जा सकती है।

जो गतिविधियां यहां सुझाई गई हैं उनका कोई निश्चित क्रम नहीं है। कहां से शुरू करें और किन गतिविधियों को चालू रखें यह शिक्षक पर निर्भर करेगा। बच्चों के प्रश्नों और उनके स्तर के अनुसार शिक्षक इसमें अन्य गतिविधियां जोड़ सकते हैं। इसके लिए अन्य पुस्तकें और संदर्भ ग्रंथों का होना आवश्यक होगा जिससे उनका उपयोग परिस्थिति के अनुसार किया जा सके। पेरिस्कोप और प्रकाश संबंधी कुछ जटिल अवधारणाओं को यहां इसलिए नहीं शामिल किया गया है क्योंकि वे सभी स्कूली पाठ्य-पुस्तकों का एक अंग होती हैं।

प्राथमिक स्कूल के बच्चों द्वारा प्रकाश के भौतिक विज्ञान को समझ पाना शायद बड़ी बात

लगे। परंतु रोचक प्रयोगों और गतिविधियों द्वारा इस काम को कर पाना पूरी तरह संभव होगा। 'प्रतिबिंब' तब तक एक खोखला शब्द बना रहेगा जब तक बच्चे उसे दर्पण में देखते नहीं, उसे हिलाते-डुलाते नहीं, उसमें परिवर्तन नहीं देखते और दूसरे दर्पण के साथ असंख्य प्रतिबिंब नहीं देखते। जैसे-जैसे बच्चों के अनुभव बढ़ेंगे और वे चर्चा करके, लिखकर, उन्हें और संगठित करेंगे, वैसे-वैसे बच्चों के दिमाग में नए नमूने उभरेंगे। इस प्रकार वे ठोस अनुभवों से अमूर्त अवधारणाओं की समझ की ओर बढ़ेंगे। तब वे जादुई दर्पण के पीछे का विज्ञान समझेंगे और इससे उन्हें बेहद खुशी और संतुष्टि मिलेगी।

बच्चे, दर्पण और प्रतिबिंब

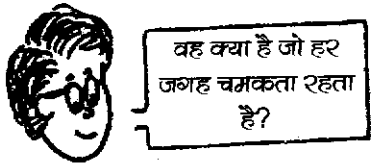
जोस एल्स्टगीस्ट

ये वर्कशीट्स दर्पणों के साथ काम करने से संबद्ध हैं—ताकि बच्चे उनके साथ खेल सकें, प्रयोग कर सकें। यहां पर दर्पणों के बारे में आपको कोई 'पाठ' नहीं मिलेगा। आपको यहां दर्पणों के बारे में बहुत 'उपयोगी' जानकारी भी नहीं मिलेगी। यहां आपको कुछ सुझाव अवश्य मिलेंगे जिनसे आप दर्पणों द्वारा खोजबीन और समस्याएं हल करने में बच्चों की सहायता कर सकते हैं।

बच्चे जब एक बार खोजबीन में लग जाएंगे तो वे आपसे बहुत सारे प्रश्न पूछेंगे। इनके लिए आप तैयार रहें, परंतु चिंतित बिलकुल न हों। (क) संभव है दर्पण से ही प्रश्न का उत्तर मिल जाए (और दर्पण से सवाल करना सीखना एक अच्छी बात है)। (ख) अगर आपको उत्तर मालूम हो तो फिर मामला आसान होगा। (ग) ऐसी पुस्तकें भी उपलब्ध हों जिनमें आप उत्तर देख सकें। (घ) यह भी संभव है कि उत्तर किसी को न मालूम हो, न आपको, न किसी और को। तब प्रश्न को बना रहने दें।

मानव सतत सीख रहा है। ऐसा नहीं है कि हम सब कुछ जानते हैं। यह बच्चों के लिए एक बहुत अच्छा पाठ है। यहां पर तकनीकी शब्द जैसे पेरिस्कोप, पार्श्व, उलट आदि छोड़ दिए गए हैं क्योंकि वे तो स्कूलों की सभी पाठ्य-पुस्तकों में मिल जाते हैं। इसलिए तकनीकी शब्दों का तभी इस्तेमाल करें जब उनकी अत्यधिक आवश्यकता हो। बच्चों की रुचि और उनके प्रश्नों को हमेशा ध्यान में रखें।

दर्पण और प्रकाश

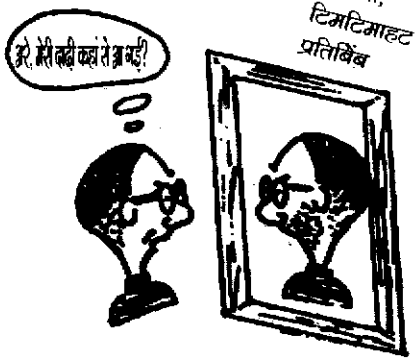


शुरू करने के लिए यह एक अच्छा सवाल है। बहुत-सी सतहें चमकती हैं और उनसे टकराकर प्रकाश परावर्तित होता है—कुछ से अधिक और कुछ से कम। इन सभी से प्रकाश के परावर्तन को समझने में मदद मिलती है।

आप जहां भी बैठे हों वहां ऐसी पांच चीजों के नाम बताएं जो चमकती हों। उन्हें उनकी 'चमक' के क्रम में लिखें।

क्या आप दर्पण से संबंधित शब्दों की सूची बना सकते हैं? ऐसी चीजों को ढूंढ़ें जो इन शब्दों को साकार करती हों या दर्शाती हों।

दर्पण,
चमक,
छिटकना,
टकराना,
विकिरण,
झिलमिलाना,
दीप्ति,
किरण,
कौंध,
पॉलिश,
टिमटिमाहट
प्रतिबिंब



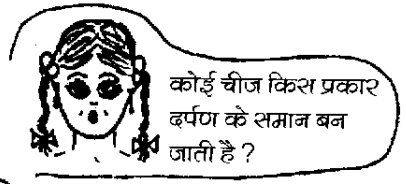
इन वस्तुओं को देखें, वे क्या दर्शाती हैं अथवा ये शब्द क्या व्याख्या करते हैं? इन वस्तुओं का परीक्षण करें और उन शब्दों को ढूंढ़ें जो इनकी 'चमक' के गुण को समझाते हों, जैसे :

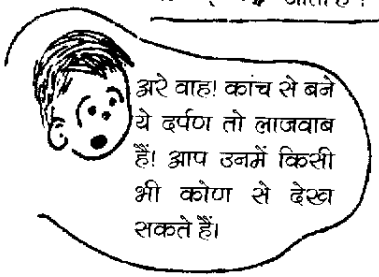
चिकना -------- कांच जैसा
पॉलिश --------- समतल
वार्निश्ड---------सपाट
मोमिया --बिना सिलवटों वाली
वारनिस -------- चिकना

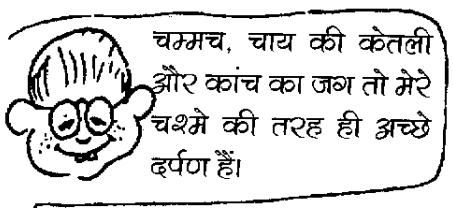
यह बच्चों में वस्तुओं के (प्रासंगिक) भौतिक गुणों को जानने का नजरिया विकसित करता है।

इसके अलावा, यह उन्हें अपने पर्यवेक्षणों के बारे में विचारपरक ढंग से चर्चा करने में सहायता करता है।

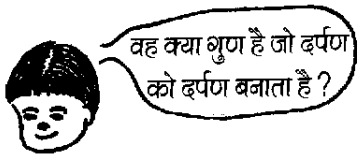
शिक्षक सभी बच्चों के साथ मिलकर बैठें और उनके अनुभवों और अवलोकनों पर चर्चा करें। उन पर सवाल उठाएं और उनके हल सुझाएं। प्रयोग भी सुझाएं। यह बात भी तय हो कि कौन क्या करेगा और कैसे करेगा। सारी गतिविधियों को लिखा जाए जिससे कि और लोग भी उनका लाभ उठा सकें।







दर्पण ? ? ?



दर्पण से पूछने का यही तरीका है। प्रयोग करने के लिए पर्याप्त संख्या में दर्पणों का उपलब्ध होना आवश्यक है।

(क) कुछ दर्पण खुद लाएं।

(ख) बच्चों से कहें कि वे घर से और आस-पड़ोस के सभी बच्चों से दर्पण मांग कर लाएं—छोटे दर्पण, बड़े दर्पण, दर्पण जिनमें छोटा या बड़ा दिखता हो। स्कूटर, मोटर साइकिल में लगने वाले दर्पण जिनमें पीछे से आती सवारी दिखाई दे। चम्मच, थाली, ढक्कन, बटन, बकल, बंपर—जो चमकीले हों और दर्पण का काम करते हों।

(ग) बच्चों से छोटे समूहों में काम करने को कहें जिससे कि वे एक-दूसरे के दर्पणों का प्रयोग कर सकें। इससे बच्चों में आपस में विचारों और अनुभवों का लेन-देन भी होगा।

साथ-साथ प्रश्न पूछना, प्रयोग करना और कोशिश करना भी जारी रहेगा।

आगे कुछ छोटे-छोटे विचार और सुझाव दिए गए हैं...
इनमें से कुछ पृष्ठों को फोटोकापी करके बच्चों को वर्कशीट के रूप में दिया जा सकता है।

ध्यान रहे : यह केवल शुरुआत है। आप इसमें जो चाहें घटा या बढ़ा सकते हैं। आप और बच्चे ही मिलकर इसका अंतिम निर्णय लेंगे।

दर्पणों के साथ बच्चे बहुत प्रयोग कर सकते हैं

बस बच्चों को दर्पण दे दीजिए

..... और फिर देखिए!

दर्पण में.... आप स्वयं को देख सकते हैं (औरों को भी)। आप कोने को भी देख सकते हैं। आप अपने मुंह के अंदर भी देख सकते हैं।

अगर आप दर्पण को अपनी आंख या सिर के ऊपर रखेंगे तो :

(1.) आपको हर चीज उलटी दिखाई देगी।

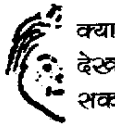
(2.) और इस उलटी दुनिया में आप
- चल सकते हैं और कूद सकते हैं।
- हाथ मिला सकते हैं।
- दो कुर्सियों और स्टूल द्वारा बनाई गई पगडंडी पर चल सकते हैं।
- माचिस की डब्बी में कोई चीज रखकर उसे मेज पर रख सकते हैं।

(3.) जमीन पर सर्पीली चाल चलने का प्रयास करें। इसे लकीर खींच कर या रस्सी से बनाएं या होज पाइप का उपयोग करें।

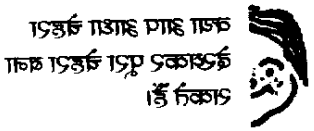
नियम:
- कभी भी पैर लकीर पर नहीं रखें
- लकीर दोनों पैरों के बीच रहे।
- लकीर को सीधे कभी न देखें।
- केवल दर्पण में देखें।

(4.) आप इस उलटी दुनिया में एक पैर पर कितनी देर खड़े रह सकते हैं?

अपनी ठुड्डी के नीचे दर्पण को रखें। अब सावधानी से दर्पण में देखते हुए स्कूल के दरवाजे से बाहर निकलने की कोशिश करें।

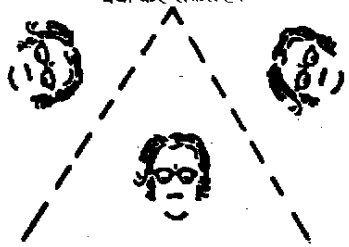


क्या आप आधा चेहरा देखकर पूरा चेहरा बना सकते हैं।



दो दर्पणों से आप भला क्या कर सकते

दो दर्पणों को एक ही कोण पर रखकर आप क्या कर सकते हैं?



स्वयं इस 90 डिग्री के संयोजन में देखें...

ये प्रयोग करके देखें :

- दो दर्पणों को एक कोण पर खड़ा करें और उनके बीच में कोई छोटी वस्तु रखें।
- प्रतिबिंबों की गिनती करें। कोण को भी नापें।
- अब दर्पणों के बीच का कोण बदलें और प्रतिबिंबों को दुबारा गिनें।
- एक तालिका बनाएं :

कोण (अंश)	प्रतिबिंबों की संख्या
180°	----------
90°	----------
60°	----------
45°	----------
30°	----------

- अब ग्राफ-कागज पर इसका सरल-रेखा चित्र बनाएं। एक्स अक्ष पर कोण और वाई अक्ष पर प्रतिबिंबों की संख्या हो।
- क्या आप वह सूत्र खोज सकते हैं जो कोण और प्रतिबिंबों की संख्या के बीच का संबंध बनाते हैं।

अब अपनी एक आंख बंद करें। क्या हुआ? क्या आप इसे समझा सकते हैं?

अपना नाम दर्पण की लिपि में **लिखें**

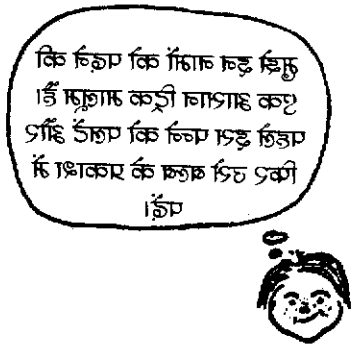
(तात्पर्य यह कि आप उसे दर्पण के आगे रखकर उसे दर्पण में रखकर पढ़ पाएं)

_____ -शिक्षक

_____ - शिष्य

_____ - कार्यालय

अपनी नई-नई ट्रिक जरूर अपनाएं। पर पहले उसे बिना ट्रिक करके देखें।



आप दर्पण में सही पढ़े जाने वाले शब्दों को कहीं पर लिख सकते हैं :

- कागज पर
- जमीन पर
- फर्श पर
- ब्लैकबोर्ड पर

वर्णमाला में कौन से ऐसे अक्षर हैं जो दर्पण में नहीं बदलते हैं?

क्या तुम वह सभी शब्द लिख सकते हो जो दर्पण में नहीं बदलते हैं?

_____

.... या एक वाक्य

_____

दर्पण के कारनामे

दर्पण हर चीज को उलटा कर देता है

B C D E H I K O X

A M T W I O V X H Y U

दर्पण को इस रेखा पर रखें ताकि बायीं ओर के अक्षरों का प्रतिबिंब दिखाई दे।

दर्पण को इस रेखा पर रखें ताकि ऊपर के अक्षरों का प्रतिबिंब दिखाई दे।

क्या आप एक ऐसा शब्द ढूंढ सकते हैं जो कि दर्पण में भी वैसा ही दिखे या फिर कोई ऐसा वाक्य?

ऊपर वाले अक्षरों से आप कौतिज शब्द लिख सकते हैं।

बायें हाथ वाले अक्षरों से ऊपर से नीचे खड़े शब्द बना सकते हैं।

क्या आप 'पैलिनड्रोम' बना सकते हैं?

DICK BOXED BEDE

M
A
M
A

I

A
M

H
O
M
E

बच्चों के लिए इस शीट की नकल करें।

नीचे बनी तालिका के अक्षरों को एक पुराने गत्ते पर चिपका दें।
बाद में चौंखानों को काटकर अक्षरों को अलग-अलग कर दें।

इससे दर्पण स्क्रैबल बना सकते हैं।

क्या आप इस पर आधारित कोई खेल बना सकते हैं?

खेल के लिए खुद नियम बनाएं।

B	B	B	B	C	C	C	C
D	D	D	D	E	E	E	E
H	H	H	H	I	I	I	I
K	K	K	K	O	O	O	O
A	A	A	A	M	M	M	M
T	T	T	T	U	U	U	U
V	V	V	V	W	W	W	W
X	X	X	Y	Y	Y	'	'

आप कितने चूहे बना सकते हैं ?

- एक दर्पण से?
- दो दर्पणों से?
- तीन दर्पणों से?
- उससे भी अधिक दर्पणों से?

आप क्या बदलाव देखते हैं ?

- जब आप एक से दो चूहे बनाते हैं,
या दो से अधिक चूहे बनाते हैं

चित्र बनाएं और लिखें
(क) दर्पणों की स्थिति।
(ख) चूहे किस प्रकार बैठे हैं।

चूहों से आप और क्या समझ और कर सकते हैं?

क्या होता है जब आप
- दर्पण में छोटे चूहे देखते हैं?
- या खुद का चेहरा देखते हैं?
- या एक पेंसिल को देखते हैं?
- किसी अन्य वस्तु को देखते हैं?

केवल एक शब्द से, जैसे चूहे से और एक या दो दर्पण इस्तेमाल करके बहुत मजेदार चीजें बना सकते हैं।

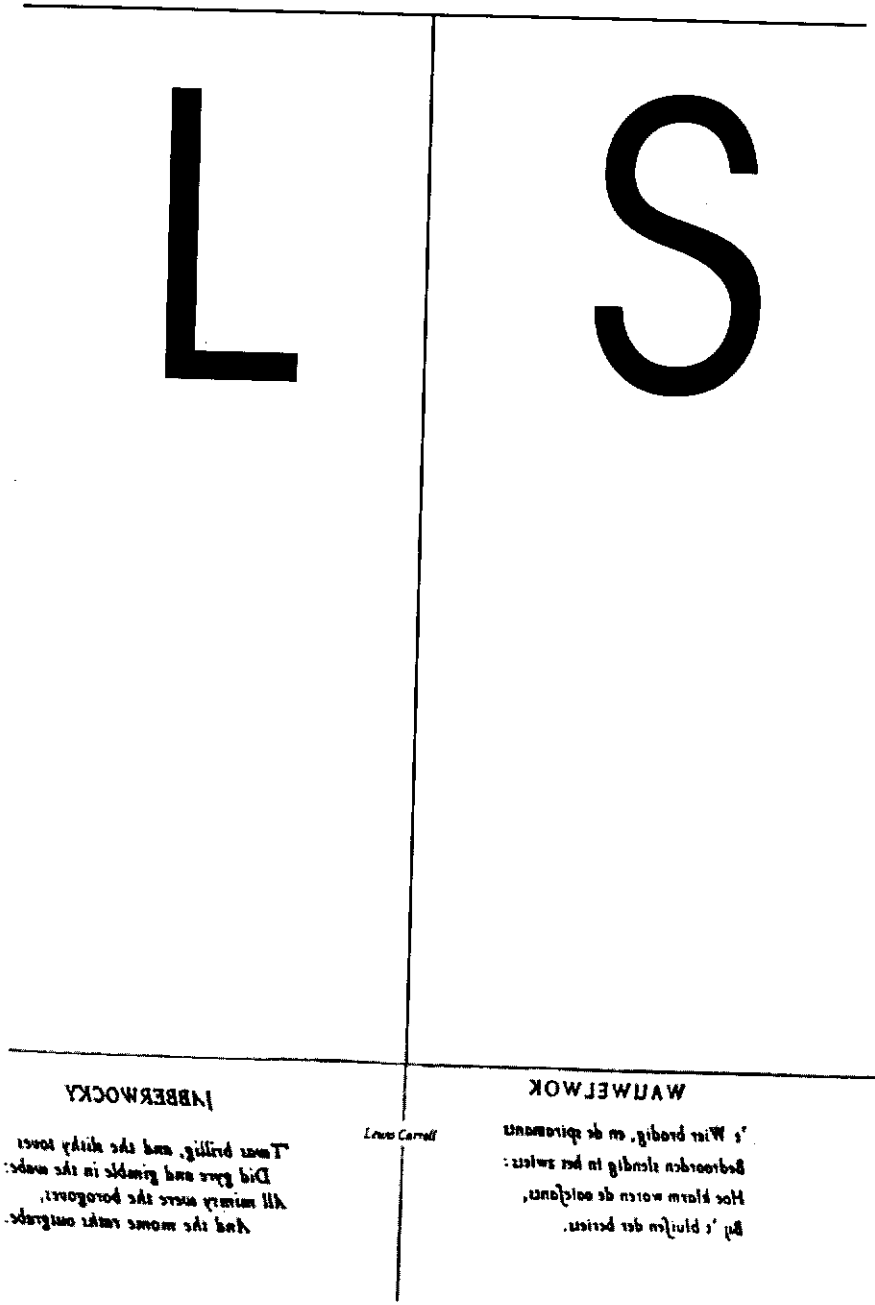
चूहा

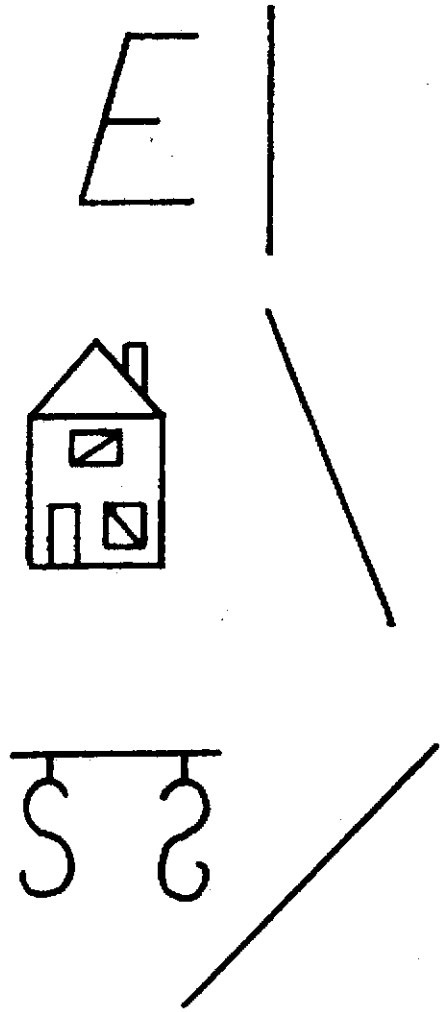
कोशिश करें और अपने परिणामों के चित्र बनाएं।

एक दर्पण और इन
चित्रों से आप क्या
बना सकते हैं :

दिखाई गई लकीर पर
दर्पण खड़ा कर बायें हाथ की
आकृतियों के चित्र बनाएं।

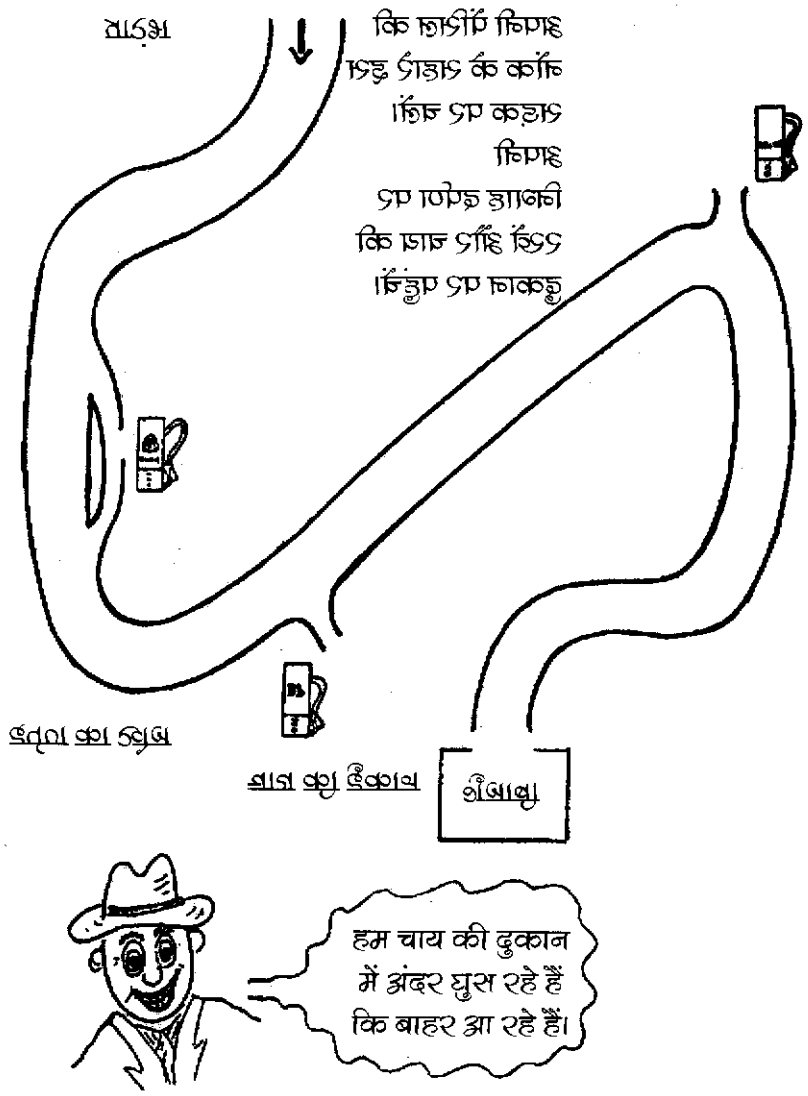
चित्र बनाने के बाद दर्पण को लकीर पर रखें
और देखें कि आपका चित्र कितना सही था।





एक बड़ा-सा दर्पण लें और उसे बिना हिलाए
अपनी आंखों के ऊपर पकड़ें, या फिर
उसे सिर के ऊपर ऐसे पकड़ें जिससे कि
उसमें देखते हुए आप नीचे के कागज को
देख सकें।

इसके बाद नीचे दिए गए अनुदेशों का पालन करें।

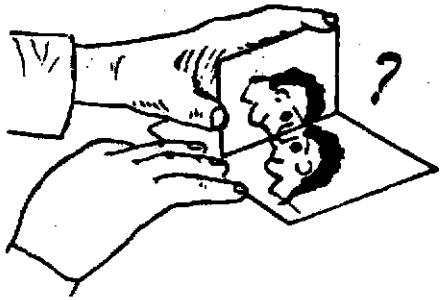


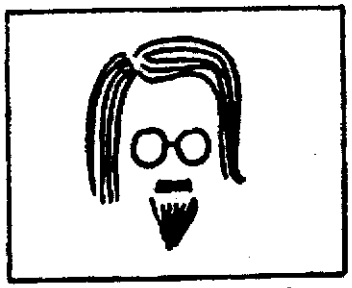
हम चाय की दुकान
में अंदर घुस रहे हैं
कि बाहर आ रहे हैं।

दर्पण के करतूत और समस्याजनक कार्ड

किसी भी चित्र और एक दर्पण से आप
बहुत सारे चित्र बना सकते हैं।

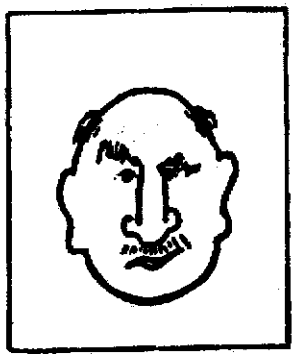
(1) एक पतले कार्ड पर चेहरों, मकानों
और भूदृश्यों आदि के चित्र
चिपकाएं। फिर दर्पण को चित्रों पर
अलग-अलग दिशाओं में सरकाएं
और उसमें देखें.....



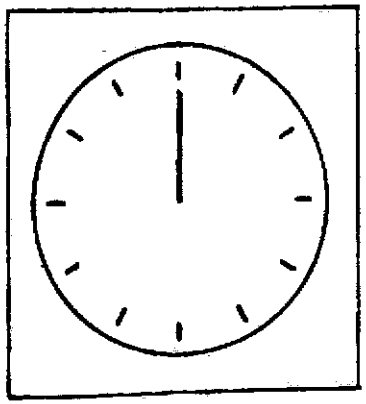


.... या फिर किसी से शर्त
लगाने के लिए

...सिर्फ मनोरंजन के लिए...



(2) एक वास्तविक समस्याजनक कार्ड



एक दर्पण की मदद से इस घड़ी पर निम्न
समय दिखाएं :

(1) नाश्ते का समय
(2) स्कूल का समय
(3) रात के खाने का समय
(4) रात को सोने का समय
(5) खाली समय
(6) कोई समय नहीं

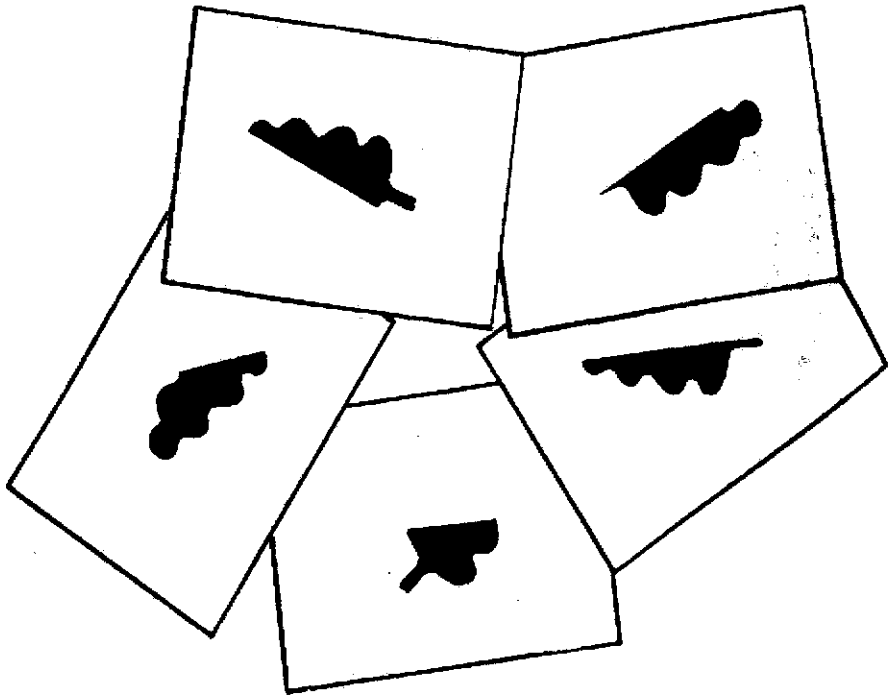
या हर समय

(3) आकृतियों के कार्ड

आपको चाहिए किसी आकृति का एक कार्ड :

और

कई समस्याजनक कार्ड

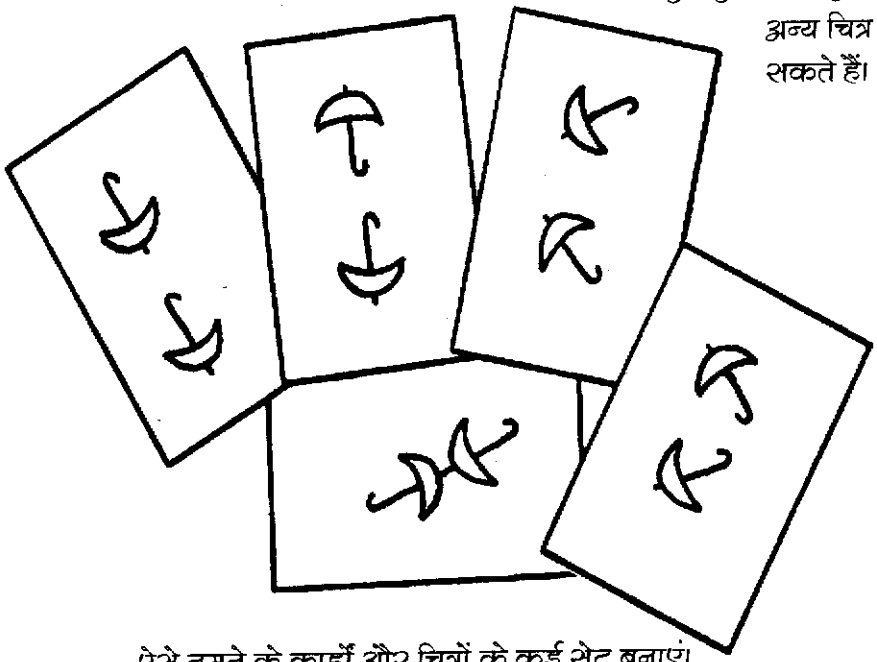


अब समस्या यह है कि इनमें से किन-किन कार्डों और एक दर्पण की मदद से आप ऊपर की पूरी आकृति बना सकते हैं?

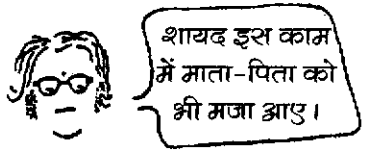
(4) समस्याओं के नमूने

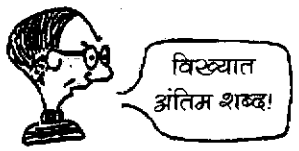
नीचे समस्या कार्डों का एक और सेट दिया गया है। आपको नमूने के कार्ड और केवल एक दर्पण की मदद से नीचे का चित्र बनाना है (क्या आप सभी चित्र बना पाए या नहीं?)

ध्यान रहे :
यहां केवल कुछ उदाहरण ही दिए गए हैं। आप ऐसे कई अन्य चित्र बना सकते हैं।



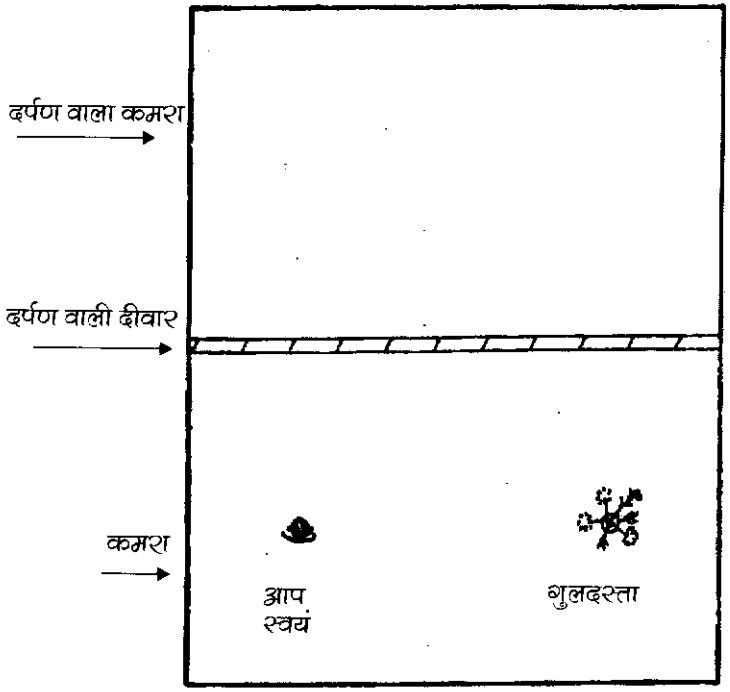
ऐसे नमूने के कार्डों और चित्रों के कई सेट बनाएं।





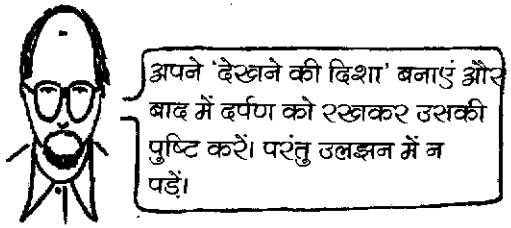
दर्पण की दीवार की समस्या

कल्पना करें कि आप ऐसे कमरे में हैं जिसकी एक पूरी दीवार एक बड़े दर्पण की बनी है। कमरे में केवल फूलों का एक गुलदस्ता है।



कमरे में आपके और गुलदस्ते की स्थिति दिखाई गई है।

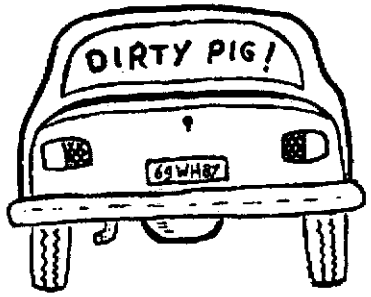
मान लीजिए कि आप दर्पण में गुलदस्ते को देख रहे हैं। पेंसिल से अपने देखने की दिशा दर्शाएं।



पीछे की ओर देखने वाले दर्पण की समस्या

धूप हो या तूफान, मेरी कार बाहर ही खड़ी होती है। मैंने इसे कुछ समय से धोया नहीं और इसीलिए मेरी मोटर कार के पिछले विंड-स्क्रीन पर धूल की एक परत जम गई थी।

एक शरारती लड़के ने उस पर अपनी गीली उंगली से कुछ लिख दिया।



पहले तो उस पर मेरी नजर ही नहीं पड़ी। पर जब मैं गाड़ी में बैठा तो पीछे देखने वाले दर्पण में मुझे कुछ दिखाई दिया।

बताएं कि असल में मुझे क्या दिखाई दिया?

मुझे दर्पण में जो कुछ भी दिखा उसे इसमें भरें।

← पीछे देखने वाला दर्पण जिसमें पिछली खिड़की का प्रतिबिंब दिखता है।

इसको आप किस प्रकार समझाएंगे?

लचीले दर्पण

किसी भी धातु की चमकीली पतली शीट या प्लास्टिक की पन्नी से सुंदर और लचीले दर्पण बन सकते हैं। परंतु ये चीजें आसानी से मिलती नहीं हैं।

एसीटेट की एक परत (ओवर हैड प्रोजेक्टर की ट्रांसपरेंसी) अगर मजबूत काले कागज पर लगा दी जाए तो एक सस्ता, अच्छा और लचीला दर्पण बन जाता है।

अपना चेहरा किसी खिड़की से आती रोशनी या बल्ब की ओर करें। पृष्ठभूमि थोड़ी छायादार और अंधेरी हो। अब अपने चेहरे को लचीले दर्पण में देखें।

जब आप दर्पण को थोड़ा सा लचकाते हैं तो आपको क्या दिखता है ----------

इस प्रकार -- ?

या ऐसे ---- ?

या ऐसे -- ?

या ऐसे -- ?

या ऐसे -- ?

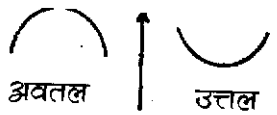
या ऐसे -- ?

अपने लचीले दर्पण के सामने अखबार का कोई शीर्षक (मोटी लाईन) रखें।

आपको क्या दिखाई दिया?

यहां चित्र बनाएं

अगर आप दर्पण को दबाकर रखते हैं तो क्या दिखाई पड़ता है।



अपने प्रयोग और अनुभवों के बारे में बातचीत बहुत आवश्यक है।

बच्चों को इस बात का मौका दें जिससे कि वे अपने विचारों और समस्याओं को अन्य बच्चों के साथ बांट सकें।

अध्याय 17

बच्चे और तुला

परिचय

तुलाओं से हम विज्ञान के बारे में अच्छी तरह कुछ सीख सकते हैं। बच्चे तुलाओं को आसानी से बना सकते हैं और फिर खुलकर, मरजी से उनके साथ कक्षा में प्रयोग कर सकते हैं। उनसे बच्चे विज्ञान के बारे में ठोस रूप में सीख सकते हैं। बच्चे उनसे न केवल यांत्रिकी के मूलभूत सिद्धांतों (बल और गति) के बारे में सीखते हैं,परंतु विज्ञान की उन क्षमताओं के बारे में भी दक्षता हासिल करते हैं जो महज जानकारी और तथ्यों से कहीं आगे हैं। इस प्रकार वे आत्म-निर्भरता से स्वयं सोचना सीखना शुरू कर देते हैं।

इस अध्याय का शीर्षक एक विशेष उद्देश्यवश चुना गया है। तुला से खेलने के दौरान बच्चे उन नियमों को सीखते हैं जिन पर तुला आधारित है। सीखने और समझने की पहली शर्त यह है कि बच्चे पूरी प्रक्रिया में भाग लें। वे खुद देखें, खुद करें, खुद सोचें, और खुद चीजों की पुष्टि करें। वे गलतियां भले ही करें परंतु ठोस सबूतों के आधार पर अपने विचारों को बदलें।

इसलिए जब तक बच्चे खुद प्रश्न नहीं करते तब तक उनके उत्तर नहीं दिए जाएं। बच्चों के पास अलग-अलग तरह के सामान हों, पर यह काम अपने आप में एक चुनौती है। यह सामान खुद सभी प्रश्न और समस्याएं उठाएंगे जिनके हल भी सूझबूझ और प्रयोग करके ही निकलेंगे। बच्चे तुला से प्रश्न पूछेंगे और वह उसका उत्तर देगा। शिक्षक प्रश्न पूछने और उत्तर ढूंढ़ने की पूरी प्रक्रिया में मदद करेगा।

इस अध्याय का मुख्य उद्देश्य शिक्षकों की मदद करना है जिससे कि वे तुला के माध्यम से बच्चों द्वारा जानकारी एकत्र करने में सहायक हो सकें। वे वैज्ञानिक विधि का उपयोग कर तुला से प्रश्न करें जिससे कि उन्हें वह जानकारी प्राप्त हो जो कि उन्हें अधिक ज्ञान की ओर ले जाए।

बच्चे जानकारी हासिल करने के लिए तुला का प्रयोग कैसे करें?

अगर तुला को छेड़ा जाए तो तुला भी जवाब में कुछ न कुछ करेगा। इससे तुला की पूरी प्रक्रिया बच्चों के लिए सजीव हो जाएगी और वे उसके अलग-अलग हिस्सों को चुन सकेंगे। वे तुला के एक पलड़े को नीचे दबाकर झूलने दे सकते हैं, या फिर एक ओर कुछ भार रख सकते हैं। वे दोनों पलड़ों में भार रखकर बराबर भार तोल सकते हैं। इन सरल गतिविधियों में सक्रिय भागीदारी से बच्चों को जो अनुभव मिलेगा उससे वे यह अच्छी तरह सीख जाएंगे कि 'तुला कैसे काम करती है!'

इस अध्याय के अंतिम कुछ पृष्ठों में बस यही दिया गया है। तुला के साथ सक्रिय सीख के दौरान बच्चे बातचीत द्वारा अपने विचारों को खुलकर, एक-दूसरे के साथ आदान-प्रदान करते हैं। शिक्षक को अपने कान खुले रखने चाहिए और इस बातचीत का भरपूर उपयोग करना चाहिए। वो चाहे तो हरेक बच्चे से अकेले बातचीत कर सकता है या फिर पूरी कक्षा को चर्चा में शामिल कर सकता है। काम करने के दौरान जो सक्रिय अवधारणाएं बनेंगी और बातचीत एवं चर्चा के दौरान जो बच्चों की समझ बनेगी वे उन्हें घटनाओं की सामान्य व्याख्याओं की ओर ले जाएगी। पृष्ठ 243, 244 और विशेषकर 245 पर इसके सटीक उदाहरण दिए गए हैं।

ऐसा देखा गया है कि छोटे बच्चों को अमूर्त अवधारणाओं को समझने के लिए ज्यादा अनुभव और अभ्यास की जरूरत होती है। जैसे कि अगर (क) भार को (ख) भार संतुलित करता है और (ख) भार (ग) को संतुलित करता है तो (क) भार (ग) को भी संतुलित करेगा। ये अमूर्त अवधारणाएं शिक्षक को शायद स्पष्ट हों परंतु बच्चों को उन्हें समझने में समय लगता है। इसके लिए हमें बच्चों को परीक्षण करने के लिए पूरा समय देना चाहिए। तभी वे प्रयोग कर पाएंगे और भिन्न-भिन्न नमूनों को देख पाएंगे।

बच्चे 'तुला से प्रश्न' कैसे पूछें? वे वैज्ञानिक क्षमताओं का विकास एवं अभ्यास कैसे सीखें?

अगर बच्चे तुलाओं से सिर्फ खेलते रहें और उन्हें कुछ भी दिशा-निर्देश न दिए जाएं, तो शायद वे रोचक चीजें अवश्य खोजेंगे, परंतु विज्ञान बहुत कम सीखेंगे। शिक्षक का काम यह है कि वे बच्चों के काम को एक व्यवस्थित रूप देने में मदद करें जिससे कि बच्चे अगले चरण में आसानी से प्रवेश कर सकें। बच्चों की आपसी बातचीत या शिक्षक के साथ चर्चा, सही प्रश्न पूछने या कोई अच्छा सुझाव देने का अच्छा अवसर होता है। जो प्रश्न बच्चे खुद पूछते हैं या जिन्हें वे शिक्षक से सुनते हैं उनसे प्रेरित होकर वे परीक्षण करते हैं, बारीकी से जांच-पड़ताल करते हैं और अपना ज्ञान बढ़ाते हैं।

तुलाओं के साथ खोजबीन और प्रयोगों के दौरान बच्चे कई वैज्ञानिक क्षमताएं प्राप्त करेंगे, जैसे बारीकी से जांच-पड़ताल, वर्गीकरण, जोड़ना-घटाना, संख्याओं की तुलना, अलग-अलग पदार्थों के गुणधर्म, प्रयोग सोचना और उन्हें करना, नमूने पहचानना और संबंध जोड़ना और ऐसे प्रश्न पूछना जो प्रेरक हों और काम को आगे बढ़ाएं।

क्षमताओं के उपयोग और चर्चाओं से बच्चों की गतिविधियां अधिक सार्थक बन जाती हैं। चीजों के साथ कायदे-करीने से काम करने के अनुभवों से ही बच्चों की अवधारणाएं, विचार और मान्यताएं अधिक सुस्पष्ट बनती हैं। उदाहरण के लिए, आप पृष्ठ 245 से 248 को देख सकते हैं। एक सच्ची घटना का उल्लेख पृष्ठ 249 पर किया गया है। अंत के छह पृष्ठों को भी ध्यान से पढ़ें।

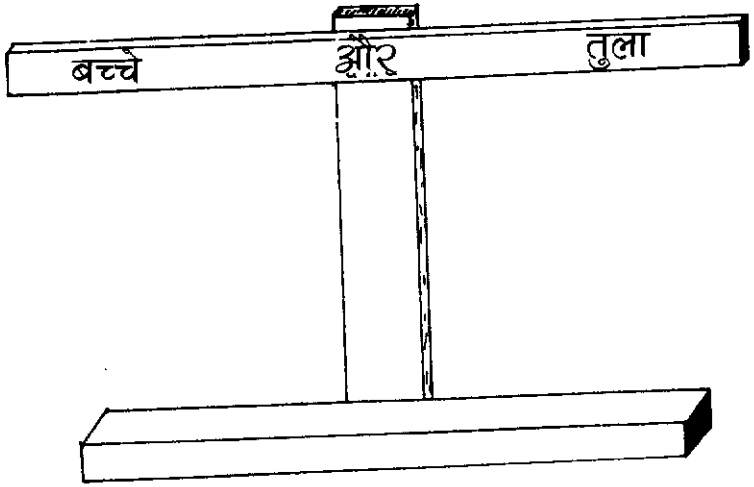
वैज्ञानिक कौशल के अभ्यास से किस प्रकार ज्ञान बढ़ता है जो हमारा ज्ञानवर्द्धन करता है?

'तुला किस प्रकार संतुलित होती है?' जैसे प्रश्नों का उल्लेख पृष्ठ 250 से 254 पर किया गया है। इनका अभ्यास करने से, यानी सूक्ष्म अवलोकन और सावधानीपूर्वक उन्हें नोट करने से, विज्ञान को जल्दी और सरलता से सीखा जा सकता है। पृष्ठ 250 पर भार (पेपर-क्लिप) और टेक से दूरी (पट्टी पर छेदों के बीच की दूरी) की इकाइयों को परिभाषित किया गया है। यहां पर करीब एक दर्जन सरल प्रयोग सुझाए गए हैं जिनका हल तुला द्वारा किया जा सकता है। हल सही है या नहीं इसकी पुष्टि स्वयं तुला तय करेगा और उसके परिणामों को नियमित रूप से नोट किया जाएगा।

गतिविधियों के दौरान, 'देखें क्या होगा?' के तरीके को छोड़कर बच्चा कभी-न-कभी अनुमान लगाना शुरू कर देगा ; वह सरल-सा हिसाब लगाएगा और फिर कोई बच्चा प्रयोग द्वारा उसकी पुष्टि करेगा। असल में, तुलाओं पर लागू होने वाले सूत्र 'बायीं ओर भार गुणा दूरी, दायीं ओर के भार गुणा दूरी के बराबर होगी' (या यांत्रिकी के अन्य नियमों) का उपयोग छात्र बिना इन सूत्रों की परिभाषा जाने हुए आसानी से करते हैं। और कुछ समय बाद चर्चा इन प्रश्नों के इर्द-गिर्द केंद्रित होगी कि 'तुला कैसे संतुलित होता है? संतुलन क्या होता है? दोनों ओर भार की इकाइयां क्या हैं?' 'नहीं।' 'क्या इसका टेक से दूरी के साथ कुछ संबंध है?'। 'हां और नहीं।' जल्द ही सही संबंध खोज कर निकाला जाता है और उसका शब्दों में वर्णन किया जाता है। शुरू में शायद बच्चे इस संबंध की किसी दूसरे लंबे तरीके द्वारा खोज करें, परंतु बहुत जल्दी ही वे अपने नोट किए हुए अवलोकनों की संख्याओं में उनके सबूत ढूंढ़ लेंगे । इसके बाद का काम काफी सरल और संक्षिप्त हो जाएगा। उनके अवलोकन अब सूत्र के शब्दों से, और सूत्र से $\Sigma(M x D) = \Sigma(M x D)$ से मेल खाएंगे । (इसका मतलब है कि बाईं ओर के भारों का, टेक से दूरी का गुणनफल; दाई ओर के भारों का, टेक से दूरी के गुणनफल, दोनों का मान बराबर होगा।)

जब प्रयोगों के दौरान बच्चों का अनुभव परिपक्व हो जाएगा तो वे इस सूत्र की स्थापना करेंगे, या समझ के साथ उसे स्वीकार करेंगे। इसी प्रकार के ज्ञान से आगे का ज्ञान जन्म लेगा। अब बच्चे नई समस्याओं को हल कर पाएंगे। सूत्र द्वारा वे एक लंबे रास्ते को छोटी-सी पगडंडी द्वारा तय कर पाएंगे। अब जब कभी भी कोई अपरिचित चीज सामने आएगी तो बच्चे प्रयोग करके और हिसाब लगाकर उसका हल खोज पाएंगे। इसका उल्लेख पृष्ठ 255 के अभ्यासों में किया गया है।

जब ये गतिविधियां छात्र-शिक्षकों द्वारा की जाती हैं तो उन्हें उनका दोहरा लाभ मिलता है। वे भौतिक विज्ञान में तुलाओं से संबंधित मूलभूत सिद्धांतों को दोहरा पाते हैं और इससे उनका आत्मविश्वास बढ़ता है। वे अपने द्वारा की गई वैज्ञानिक प्रक्रियाओं का भी विश्लेषण करते हैं और इसके द्वारा वे बच्चों के साथ काम करते समय प्रक्रियाओं पर आधारित सीखने की प्रणाली का महत्त्व भी समझते हैं।



जोस एल्स्टगीस्ट

आरंभिक चेतावनी

तुला एक यंत्र है। उससे कुछ करने के बाद ही हम उसकी कार्यविधि के बारे में कुछ खोजबीन कर सकते हैं और उसको संचालित करने वाले नियमों के बारे में कुछ समझ सकते हैं।

तुला एक ऐसा यंत्र है जिससे कुछ मनोरंजक एवं ज्ञानवर्द्धक किया जा सकता है इसलिए उसे बच्चों के हाथों में सौंपा जा सकता है। तुला बच्चों को अपनी ओर आकर्षित करेगा। बच्चे उससे खेलेंगे, खोजबीन और प्रयोग करेंगे और अनेक नए अनुभव प्राप्त करेंगे। हमारे प्राथमिक स्कूल के बच्चों के लिए इतना ही बहुत है। खोजबीन से बच्चों का दिमाग बहुत तेज हो जाता है। फिर वे आगामी उच्च स्तर की अवधारणाओं और अमूर्त बातों को बड़ी आसानी से ग्रहण कर लेते हैं।

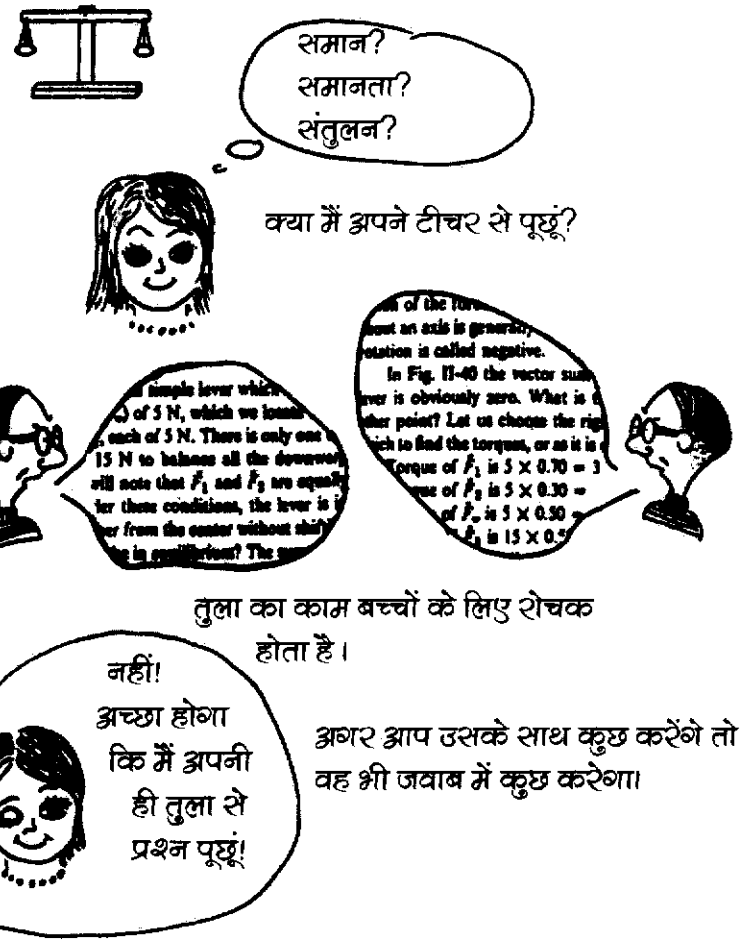
इसीलिए बच्चों पर शुरू में कोई चीज लादे नहीं। यहां पर रटने के लिए कुछ भी नहीं है और अनुभव से सीखने के लिए बहुत कुछ है। शायद कभी कुछ रटना भी पड़े, पर यह तब जब बच्चों को उसकी जरूरत महसूस हो और वे खुद याद करने को सहर्ष तैयार हों।

यांत्रिकी (मैकेनिक्स) में 'बल और गति' के कुछ सरल नियम हैं, जिन्हें सरल खोजबीन और प्रयोगों द्वारा आसानी से समझा जा सकता है। तुलाओं से खेलते-खेलते ही बच्चे उनके कुछ बुनियादी संबंधों को खोज निकालेंगे। आरंभ में बहुत-सी अमूर्त बातें बच्चों को समझ में नहीं आएंगी। प्राथमिक स्कूल के बच्चे आसानी से तुलाओं को हिलाना-डुलाना और उन्हें संतुलित करना सीख जाएंगे। परंतु हमारे कठिन सिद्धांतों को वे अभी हजम नहीं कर पाएंगे। हमें उन्हें समय और मौका देना होगा जिससे कि वे अपने अनुभवों के आधार पर ही कुछ अवधारणाएं पेश कर सकें।

हम उनकी किस प्रकार मदद कर सकते हैं? पहले उन्हें खुलकर तुलाओं से खेलने दें और खोजबीन करने दें। परंतु धीरे-धीरे उन्हें कुछ दिशा निर्देश देकर एक उद्देश्य की ओर ले जाएं। बच्चों को तुलाओं के साथ खेलने और समझने का जो ठोस अनुभव मिलेगा, वह बाद की अमूर्त अवधारणाओं को समझने में उनकी बहुत सहायता करेगा।

आगे के पृष्ठों में बच्चों को तुलाओं के साथ काम करने के लिए कई विचार सुझाए गए हैं। यहां पर 'तोलने का पाठ' नहीं दिया गया है और न ही 'लॉ ऑफ मोमेन्ट्स' पर विमर्श किया गया है। आप इसमें जो चाहें घटा-बढ़ा सकते हैं। जरूरी यह है कि बच्चों और तुलाओं के बीच एक जीवंत और परस्पर संबंध बने।

तुला क्या होती है?
वह क्या करती है?
तुला कैसे काम करती है?
मेरी तुला किस प्रकार काम करती है?
मैं अपने तुला से किस प्रकार काम करूंगी?



मेरी तुला वही करती है जो मैं चाहती हूं! पर वह क्या-क्या कर सकती है और मैं उससे क्या चाहती हूं, यह जानना जरूरी है!

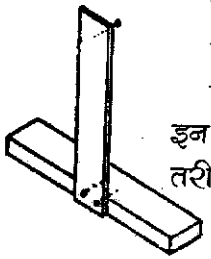
क्या आप तुला से कुछ

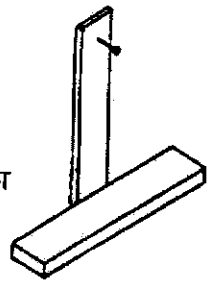
पूछना चाहेंगे?

तो पहले एक तुला बनाएं। इसके लिए निम्न वस्तुओं का उपयोग करें :

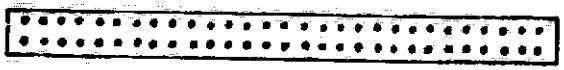
- लकड़ी का एक छोटा टुकड़ा
- लकड़ी की एक पट्टी
- एक हथौड़ी
- कुछ कीलें

इन चित्रों में उन्हें आपस में जोड़ने का तरीका दिखाया गया है।



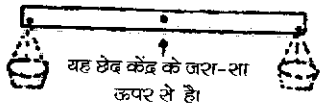


यह जरूरी है कि कक्षा में खूब सारी तुलाएं हों। दो बच्चों के बीच कम-से-कम एक तुला हो। वैसे, बच्चे तीन-तीन की टोलियों में भी काम कर सकते हैं। टोलियों में काम करने से बच्चों के बीच अच्छी चर्चा होगी।



हम यह आसानी से कर सकते हैं। पैमाने के आकार की एक लकड़ी की पट्टी लें। उस पर छेदों की दो रेखाएं हों। दोनों रेखाओं में छेदों की संख्या असम हो।

एक लकड़ी की पट्टी में कुछ छेद करने से भी तुला की अच्छी डंडी बन सकती है।



इस सरल उपकरण को आप किसी से कम न समझें। यह काफी संवेदनशील है और एक ग्राम का छोटा अंश भी तौल सकता है।

छोटे बच्चों के साथ

इसमें कोई विशेष दिक्कत नहीं है।

इस बात का ध्यान रखें कि पर्याप्त मात्रा में तुला उपलब्ध हों...

और साथ में हों - लकड़ी के कुछ गुटके, कंचे, बीज, चने के दाने, वाशर और इधर-उधर की कुछ चुनी हुई चीजें। बच्चे जिस प्रकार चाहें उस प्रकार अपनी खोजबीन करें।

तुला से बच्चों की पहली मुलाकात है और इसी से शुरू होगी आगे की बात :

ये बुनियादी प्रश्न बच्चों के लिए पर्याप्त हैं।

'तुम कौन हो?'
'तुम क्या कर सकते हो?'
'तुम क्या कर रहे हो?'

बच्चों और तुलाओं, दोनों का बारीकी से अध्ययन करें और उन दोनों से कुछ सीखें।

मैडम! यह नीचे चला गया!

देखो तो! यह कैसा टेढ़ा लटका है!

जब मैं इस पर से कुछ उठाती हूं तो यह झुक जाता है।

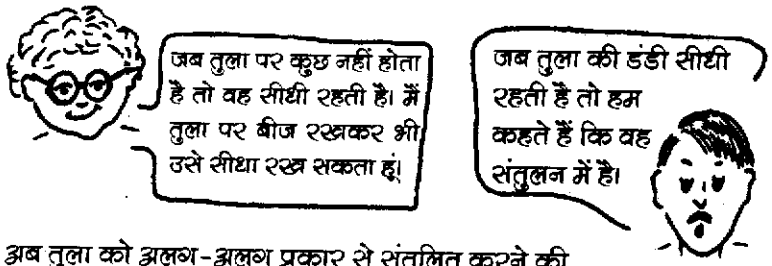
पहले वह झूले जैसा झूलता है परंतु बाद में स्थिर हो जाता है।

एक छोटी कहानी

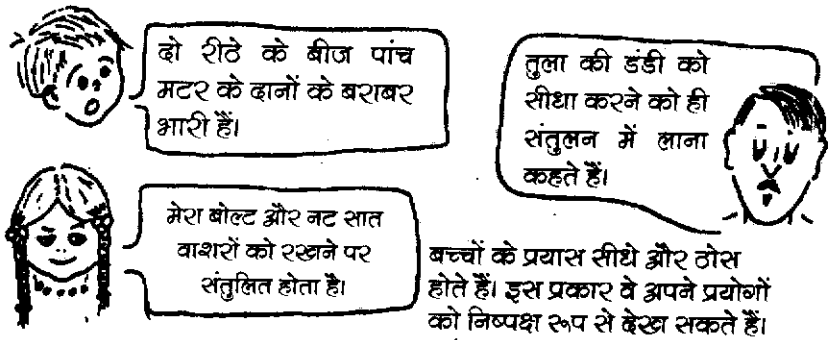
सुलिधा और डोमनिक दोनों एक छोटी-सी तुला पर काम कर रहे हैं। सुलिधा देखती है कि तुला का आरी हिस्सा नीचे की ओर झुका है। वह अब दूसरी ओर कुछ भार रखती है जिससे कि वह अब नीचे की ओर झुक जाता है। वे अपने इस अवलोकन से संतुष्ट होकर किसी और काम में व्यस्त हो जाते हैं। अब डोमनिक देखता है कि थोड़ा-सा भार रखने से तुला नीचे की ओर कम झुकती है। उसे इसमें बड़ा आनंद आता है, और वह अपनी खोजबीन जारी रखते हुए अलग-अलग चीजें रखकर देखता है। इससे एक बात स्पष्ट होती है। सब बच्चे एक चीज पर काम करते हुए भी एक जैसी क्रियाएं नहीं करते हैं।

संतुलन बनाना

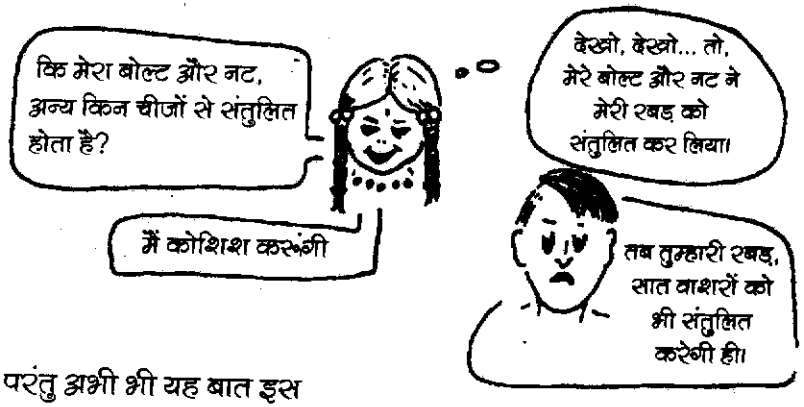
अपेक्षाकृत बड़े बच्चे ही तुला पर रखी गई चीजों का तुला के व्यवहार से संबंध जोड़ पा
जब वे तुलना करना शुरू करते हैं तब उनकी तुला संतुलन बनाने का एक उपकरण बन
जाती है।



बच्चे अब तुला को अलग-अलग प्रकार से संतुलित करने की कोशिश करते हैं। वे तुला के पलड़ों पर भिन्न-भिन्न चीजें रखकर उसको संतुलित करने का प्रयास करते हैं।



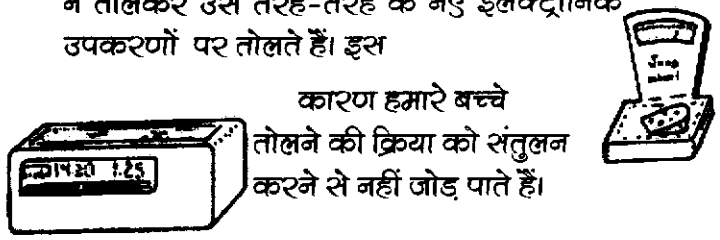
बच्चों के प्रयास सीधे और ठोस होते हैं। इस प्रकार वे अपने प्रयोगों को निष्पक्ष रूप से देख सकते हैं। परंतु 'सामान्य नियम' न तो अभी बनाए जा सकते हैं और न ही इस्तेमाल किए जा सकते हैं।

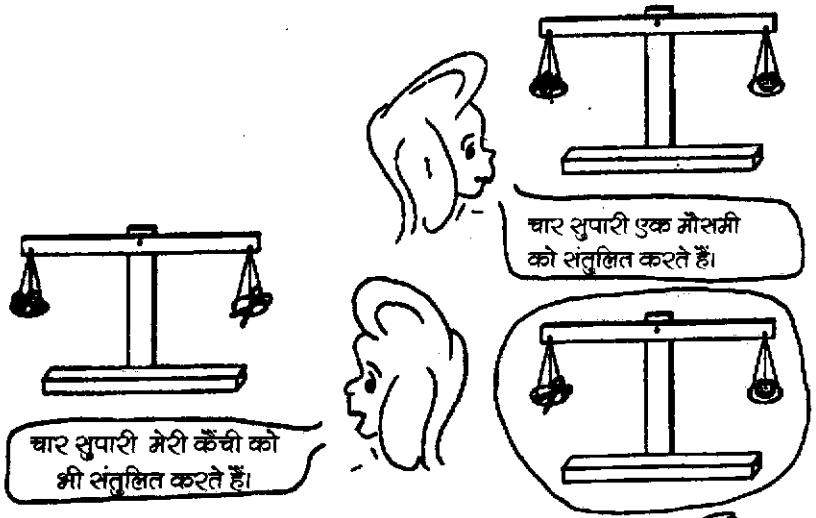


...परंतु अभी भी यह बात इस बच्ची को इतनी स्पष्ट नहीं है।

संतुलन से तुलन

आधुनिक दुकानदार सामान को असली तराजू पर न तोलकर उसे तरह-तरह के नए इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों पर तोलते हैं। इस कारण हमारे बच्चे तोलने की क्रिया को संतुलन करने से नहीं जोड़ पाते हैं।





यह कम-से-कम दोनों ओर बराबर डंडियों वाले तराजू के लिए तो सच है।
जब बच्चे इस अवधारणा पर पहुंच जाएंगे तो वे अपनी सरल तुलाओं से चीजें तोलना शुरू कर देंगे।

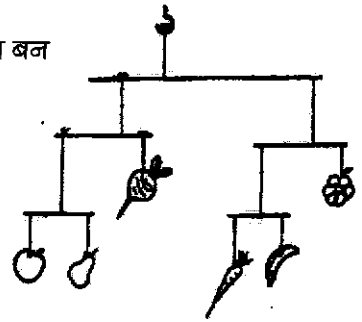
ये तुला हैं या नहीं ?

निम्नलिखित में से कोई एक लें :

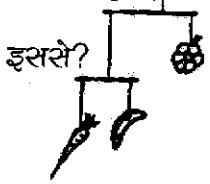
एक टहनी
एक चाकू
एक बोर्ड
एक छड़ी
एक झाड़ू
एक जूता
एक स्केल
एक तिनका
एक बड़ा तार
एक स्पोक
एक पेंसिल
एक चॉकलेट
कपड़े का एक हैंगर
और कोई भी सामान;

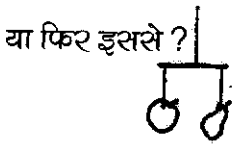
अब उसमें सही स्थान पर डोरा बांधें। बस बन जाएगा आपका तराजू!

छड़ी या स्ट्रा
धागा या डोरी
कुछ इधर-उधर की चीजें
कुछ लगन और धीरज से
आप बना सकते हैं तराजू
जो तोलेगा आलू
या फिर तोलेगा काजू।
इसे गतिशील कहते हैं।



इसे बनाने की कोशिश करें : आप किस तराजू से शुरू करना चाहेंगे ?



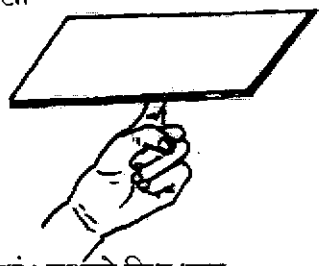


जो बच्चे इन छोटी समस्याओं का हल निकाल लेते हैं वे असल में तराजू की कार्यविधि के बारे में बहुत कुछ समझ गए होते हैं।

इसलिए आप उन्हें कुछ और करने और सीखने का मौका दें।

बोर्ड को संतुलित करना

क्या आप गत्ते के एक टुकड़े को अपनी उंगली पर संतुलित कर सकते हैं?



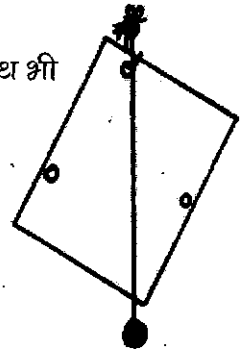
इसे करने की कोशिश करें :

- एक सरल साहुल सूत्र बनाएं। इसके लिए एक छोटे-से पत्थर को धागे के एक सिरे से बांधें। धागे के दूसरे सिरे को किसी कील से लटकाएं।

- अपने आयताकार गत्ते के टुकड़े में अलग-अलग स्थानों पर तीन छेद बनाएं (तीसरा छेद नियंत्रक का काम करेगा)।
- एक तार के पेपर-क्लिप को खोलकर उसका हुक बनाएं (इसके लिए निचले हिस्से को आगे की ओर 90 अंश पर मोड़ें)।

- अब गत्ते को हुक में फंसा कर उसे दीवार से साहुल सूत्र के पीछे लटका दें।
- पेंसिल से, साहुल सूत्र के धागे की स्थिति का गत्ते पर निशान लगाएं।
- इस प्रक्रिया को बाकी दोनों छेदों के साथ भी दोहराएं।

साहुल सूत्र की उर्ध्वाधर स्थिति को दर्शाने के लिए कार्ड-शीट पर लटकती डोरियों के ठीक नीचे पेंसिल से दो निशान बनाएं। इन दोनों निशानों को जोड़कर एक सीधी लाइन बनाएं।



क्या कहते हैं साहुल सूत्र?

- वे आपको 'संतुलन' के बारे में क्या बताते हैं?

देखें, जिस छेद में आपने कार्ड-शीट को लटकाया है वह एक टेक, एक धुरी, एक घूमने वाले बिंदु जैसा है। वह बिलकुल उस तरह का है जिस प्रकार आपके तराजू में बीच का छेद था।

- साहुल सूत्र के दोनों ओर के कार्ड-शीट के क्षेत्रफलों की तुलना करने पर आप क्या पाएंगे?

- क्या यह सिर्फ क्षेत्रफल का सवाल है?

- जिस बिंदु पर साहुल सूत्र एक-दूसरे को काटते हैं, उसका क्या महत्त्व है?

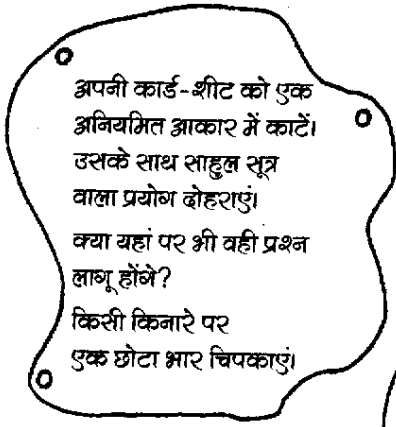
- साहुल सूत्र कहां से कहां तक जाती हैं?

- ये रेखाएं जिस बिंदु पर एक-दूसरे को काटती हैं उस पर अपनी उंगली की नोंक को रखें ---

ध्यान देने वाली बातें:-

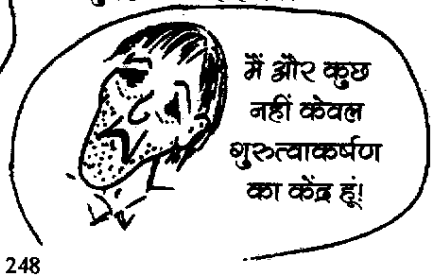
जिस बिंदु पर साहुल के सूत्र मिलते हैं उसे गुरुत्वाकर्षण का केंद्र कहते हैं।

क्या आप उसे संतुलन का बिंदु भी कह सकते हैं?



क्या आप इन वस्तुओं का गुरुत्वाकर्षण का केंद्र ज्ञात कर सकते हैं :

- एक कटोरे का?
- एक जूते का?
- एक चाकू का?
- एक रुमाल का?
- या खुद अपने शरीर का?



एक छोटी कहानी

तंजानिया के विकंडु गांव में पांचवीं कक्षा के बच्चे काफी समय तक तुलाओं के साथ प्रयोग करते रहे। उन्होंने स्कूल के आसपास की तमाम चीजों के भार की तुलना की। इनमें पत्थर, लकड़ी के टुकड़े, मिट्टी के ढेले, सूखी हड्डियां, धातु के टुकड़े, फल और स्याही रखने की दवातें शामिल थीं। पहले उन्होंने उन चीजों को, बिना तोले, केवल अपने अनुमान के आधार पर एक क्रम में सजाया। बाद में जब उन्होंने चीजों को तोला तो उन्हें कई चीजों के स्थान बदलने पड़े।

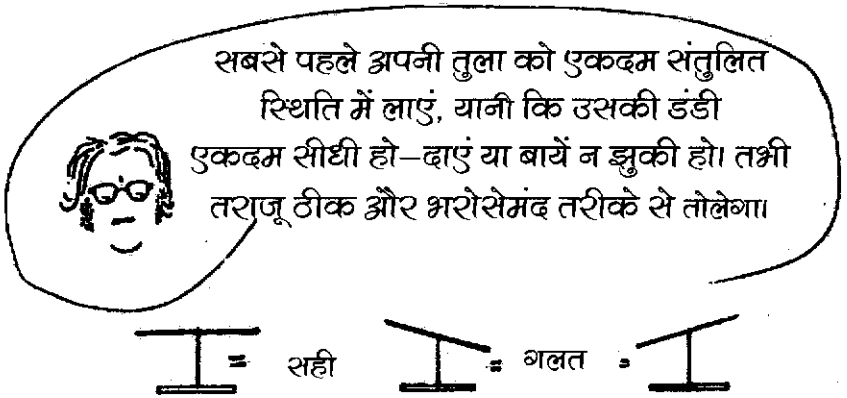
यह बच्चे स्वाहिली भाषा बोलते थे और वे भार के लिए 'उजीटो' शब्द का प्रयोग करते थे। 'भार' की अवधारणा, जिसे तोला जा सके और मात्रा (मास) जैसे भौतिक गुण का नामकरण अभी नहीं हुआ था। लेकिन फिर भी 'भारी, पर छोटी' और 'हलकी, पर बड़ी' जैसी समस्याएं प्रयोग के दौरान खुद सामने आईं—पहले एक अवलोकन के रूप में और बाद में उन्होंने एक अचरज और उत्सुकता का रूप ले लिया। लोहे के नट और बोल्ट (जिन्हें जंग लगने के कारण अलग करना असंभव था) देखने में छोटे थे परंतु बड़ी सूखी हड्डी से कहीं अधिक भारी थे। तराजू पर वे एक बड़े लकड़ी के टुकड़े से भी ज्यादा भारी निकले। यह कैसे संभव हो सकता है?

अब चूंकि यह समस्या बच्चों पर थोपी नहीं गई थी शायद इसलिए वे इस समस्या से जूझते रहे। कुछ समय बाद सोच में डूबे एक छोटे से लड़के ने कहा बोल्ट और नट का भारी होने का मतलब है कि वह आपस में, बहुत ठुंस-ठुंस कर भरे होंगे—वे लकड़ी और हड्डी की तुलना में कहीं ज्यादा पास होंगे। तभी बोल्ट और नट, आकार में बड़ी लकड़ी और हड्डी के मुकाबले ज्यादा 'भारी' होंगे।

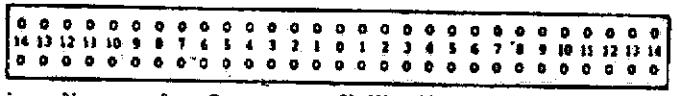
फिर उस बालक ने अपनी अवधारणा अन्य बच्चों को समझाई। उसके बाद सभी बच्चों से पदार्थ के इस गुण का वर्णन करने के लिए कोई उपयुक्त शब्द ढूंढ़ने के लिए कहा गया। वैसे तो यह भाषा संबंधी प्रश्न है, परंतु बच्चे उसके बारे में सोचते रहे और अंत में उन्होंने एक अत्यंत ही मौलिक नाम सुझाया। उन्होंने स्वाहिली में उसे 'उजीटो या असली' का नाम दिया। उसका मतलब है 'जन्मजात भारीपन' यानी किसी पदार्थ का प्राकृतिक भारीपन। बच्चे अपने अवलोकन और उसके पीछे की अवधारणा को इतना सटीक नाम दे पाए, यह उसका एक सुंदर उदाहरण है। हम 'घनत्व' शब्द का इस्तेमाल करते हैं। क्या यह शब्द इससे अच्छा है?

तुला के नियम
-- या तुला कैसे संतुलित होती है?

बड़े बच्चे नीचे दिया गया तरीका अपना सकते हैं :
कुछ सीधी-सरल समस्याओं को हल करें जिनका उत्तर आपको तुला से ही मिल जाए। इस अनुभव से जो भी सामान्य नतीजे निकलें उन्हें एक नियम, एक सिद्धांत या सूत्र के रूप में लिखा जा सकता है। (इस प्रक्रिया को अनुमान लगाना कहा जा सकता है।)
इस नियम को समझने पर बच्चे घटाने की क्रिया द्वारा नई समस्याओं को हल करने में सक्षम होंगे।



आपको छेद वाली लकड़ी की पट्टी के कई तराजू चाहिए होंगे। उन्हें मध्य में स्थित ऊपर वाले छेद से लटकाना होगा। ऊपर दिखाए गए तरीके के अनुसार छेदों पर नंबर डालें।



यह अंक केंद्र (0) से दूरी (D) दर्शाते हैं। केंद्र (0) ही तराजू की घूमने वाली धुरी, फलक्रम यानी टर्निंग प्वाइंट है।

(छेदों की संख्या 14, 12 या 10 हो सकती है।)

बाट की जगह आप चाहें तो तार के पेपर-क्लिप्स इस्तेमाल कर सकते हैं। एक पेपर-क्लिप का भार 1 एम होगा।

एक छेद में आप एक से अधिक क्लिप डाल सकते हैं। उदाहरण के लिए, आपसे '3 एम. को 8 डी ' पर रखने को कहा जा सकता है।

इसका मतलब यह है कि तीन पेपर-क्लिप्स को छेद नंबर 8 पर लटकाएं (बायें या दायें, जैसी स्थिति हो)।

पेपर-क्लिप्स को लटकाने के लिए नीचे वाली लाइन के छेदों का इस्तेमाल करना बेहतर होगा। शुरू करने से पहले किसी छोटे तार को मोड़कर उसे तराजू की पट्टी में ऐसे किसी छेद में फंसाएं जिससे कि पट्टी एकदम संतुलित स्थिति में आ जाए। तभी आपका तराजू सही तरीके से तोलेगा और सही परिणाम देगा।

यहां कुछ उदाहरण दिए गए हैं कि क्या करना है और कैसे लिखना है :
1 एम को 14 डी दूरी पर बायीं ओर रखें। और 1 एम भार को 14 डी दूरी पर दायीं ओर रखें।

यह एक समस्या है!

	बायां		दायां	
	एम	डी	एम	डी
	1	14	1	14
	2	6	1	12
	2	4	1	8
1	1	14	2	
2	2	14	1	
				4
3		10		
	1		3	11
4				
	3		2	12

ध्यान रखें:

जो कुछ भी लिखा गया है उसे करना आवश्यक है। पहले उसे करें और फिर सोचें कि तराजू किस प्रकार संतुलित होगा और उसके बाद ही सारणी के खाली स्थान भरें।

अब बहुत कुछ आपकी कल्पना शक्ति और समझदारी पर निर्भर है। जो लिखे हुए नतीजे हैं वे एक-दूसरे से अलग हो सकते हैं। परंतु अगर तराजू संतुलन में है तो उत्तर 'ठीक' होना चाहिए। क्या आप इससे सहमत हैं?

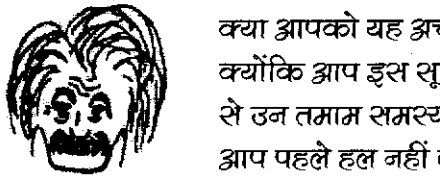
	बायां		दायां	
	एम	डी	एम	डी
5	2 1	□ 9	□ 2	5 14
6	□ □ □ 2	9 7 5 3	□	12
7	□ 3	13 □	1 □	9 □
8	1 2 3	□ □ 5	□ 3 □	10 11 12

	बायां		दायां	
	एम	डी	एम	डी
9	3 □	5 □	□ □	13 □
10	□ 2 □	9 □ □	2	11
11	4 □	□ □	□ 2	15 □
12	□ □	□ □	□ □ □	□ □ □

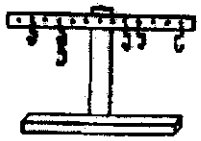
नहीं, हम इसके लिए एक सरल और छोटा तरीका अपनाएंगे।
अपने आप से एक प्रश्न पूछें :
- संतुलन कब होता है?
- किस प्रकार बायां, दायें के बराबर होता है?
  बायां = दायां, इसका क्या मतलब होता है?
- संतुलन किन बातों पर निर्भर करता है?
- भार की कुल इकाइयों पर?
- फलक्रम से भार की दूरी पर?
- या दोनों पर?

अगर दोनों भार एम और दूरी डी संतुलन को प्रभावित करते हैं तो इन दोनों एम और डी का आपस में क्या संबंध है ?

क्या आप इसे एक सरल सूत्र में लिख सकते हैं?



क्या आपको यह अच्छी तरह याद है?
क्योंकि आप इस सूत्र और एक तराजू की मदद से उन तमाम समस्याओं को सुलझा सकते हैं, जिनका आप पहले हल नहीं कर पाए थे।



समस्या 1

इस सूत्र का इस्तेमाल करके इन कैंचियों का 'भार' ज्ञात करें। (इसके लिए पेपर-क्लिप को भार की इकाई के रूप में इस्तेमाल करें।)

समस्या 2

आपकी जेब में जो कुछ भी सामान हो उसका 'भार' ज्ञात करें, जैसे;
- चाकू,
- पेन,
- कंघा,
- लिपिस्टिक,
- और कोई भी सामान।

समस्या 3

एक मिट्टी की गेंद (या प्लास्टिसीन) का भार निकालें। इसके लिए अधिक-से-अधिक 4 पेपर-क्लिप इस्तेमाल करें।

समस्या 4

एक पिन का भार निकालें?

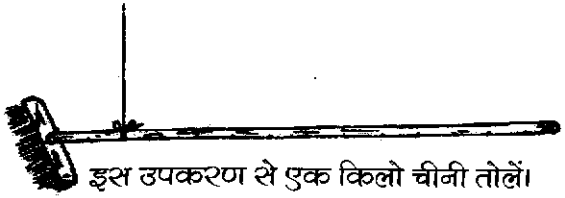
समस्या 5

अपनी तराजू की भुजा का भार ज्ञात करें...

परंतु
इसके लिए किसी दूसरे तराजू का इस्तेमाल नहीं करें।

समस्या 6

आपके पास एक झाड़ू और एक डोरी है और 100 ग्राम का एक बाट है...



इस उपकरण से एक किलो चीनी तोलें।